Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

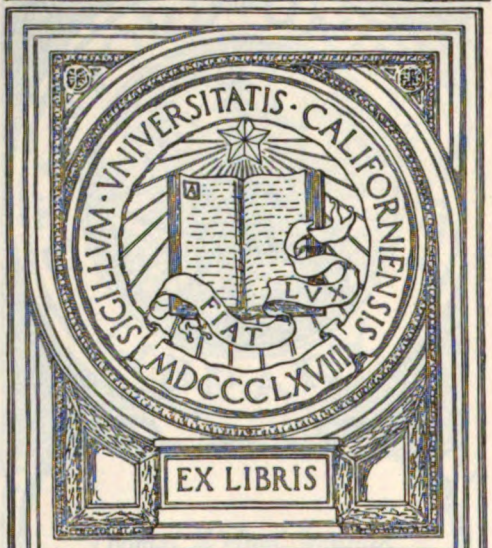
Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

UC-NRLF
B 2 502 688

Digitized by Google

UNIVERSITY OF CALIFORNIA
SAN FRANCISCO MEDICAL CENTER
LIBRARY



Digitized by Google

TRANSFERRED TO LANE LIBRARY
STANFORD UNIV.

LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR DRIVE
PALO ALTO, CALIF.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Harvard University Library
SEP 8 1933

ABHANDLUNGEN AUS DER NEUROLOGIE, PSYCHIATRIE, PSYCHOLOGIE UND IHREN GRENZGEBIETEN

BEIHEFTE ZUR MONATSSCHRIFT FÜR PSYCHIATRIE UND NEUROLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON K. BONHOEFFER

HEFT 70

Experimentelle und klinische Studien zur Physiologie und Pathologie der Pupillenbewegungen

mit besonderer Berücksichtigung der Schizophrenie

Von

Dr. O. Löwenstein und Dr. A. Westphal

o. ö. Professor, Direktor des Pathopsychologischen Instituts der Universität, leitendem Arzt der Rheinischen Provinzial-Kinderheilanstalt für seelisch Abnorme, Bonn

em. o. ö. Professor, fr. Direktor der Psychiatrischen und Nervenklinik der Universität und der Rheinischen Provinzial-Heil- und Pflegeanstalt Bonn

*

Mit 101 Abbildungen im Text und auf Tafeln

*

BERLIN 1933
VERLAG VON S. KARGER
KARLSTRASSE 39

Preis Mk. 18.—
für Abonnenten der „Monatsschrift für Psychiatrie und Neurologie" Mk. 16.—

Digitized by Google

TWS

Abhandlungen aus der Neurologie, Psychiatrie, Psychologie und ihren Grenzgebieten

Heft 1: **Typhus u. Nervensystem.** Von Prof. Dr. G. Stertz in Marburg. Mk. 6.—

Heft 2: **Über die Bedeutung v. Erblichkeit u. Vorgeschichte für d. klinische Bild d. progressiven Paralyse.** Von Dr. J. Pernet in Zürich. (Vergriffen.)

Heft 3: **Kindersprache und Aphasie.** Gedanken zur Aphasielehre auf Grund von Beobachtungen der kindlichen Sprachentwickelung u. ihrer Anomalie. Von Priv.-Doz. Dr. Emil Fröschels in Wien. Mk. 7.80

Heft 4: **Epilepsie und Dementia praecox.** Von Prof. Dr. W. Vorkastner in Greifswald. (Vergriffen.)

Heft 5: **Forensisch-psychiatrische Erfahrungen im Kriege.** Von Priv.-Doz. Dr. W. Schmidt in Heidelberg. Mk. 8.—

Heft 6: **Verbindung endogener und exogener Faktoren in dem Symptomenbilde und der Pathogenese von Psychosen.** Von Priv.-Doz. Dr. Hans Seelert in Berlin. Mk. 5.40

Heft 7: **Zur Klinik u. Anatomie d. reinen Worttaubheit, der Heilungsaphasie u. d. Tontaubheit.** Von Prof. Dr. Otto Pötzl in Prag. Mit 2 Taf. Mk. 7.—

Heft 8: **Die Spielbreite der Symptome beim manisch-depressiven Irresein.** Von Prof. Dr. P. Schröder in Greifswald. (Vergriffen.)

Heft 9: **Die symptomatischen Psychosen und ihre Differentialdiagnose.** Von Priv.-Doz. Dr. Hans Krisch in Greifswald. (Vergriffen.)

Heft 10: **Die Abderhaldensche Reaktion** mit bes. Berücksichtigung ihrer Ergebnisse i. d. Psychiatrie. Von Priv.-Doz. Dr. G. Ewald in Erlangen. Mk. 9.—

Heft 11: **Der extrapyramidale Symptomenkomplex (das dystonische Syndrom) und seine Bedeutung in der Neurologie.** Von Prof. Dr. G. Stertz in Marburg. (Vergriffen.)

Heft 12: **Der anethische Symptomenkomplex.** Eine Studie zur Psychopathologie d. Handlung. V. Priv.-Doz. Dr. O. Albrecht in Wien. (Vergriffen.)

Heft 13: **Die neurologische Forschungsrichtung in der Psychopathologie und andere Aufsätze.** Von Prof. Dr. A. Pick in Prag. (Vergriffen.)

Heft 14: **Über die Entstehung der Negrischen Körperchen.** Von Prof. Dr. L. Benedek u. Dr. F. O. Porsche in Debreczen. Mit 10 Taf. Mk. 15.—

Heft 15: **Über die Bedeutung und Entstehung der Stereotypien.** Von Priv.-Doz. Dr. Jakob Klüsi in Basel. (Vergriffen.)

Heft 16: **Über Psychoanalyse.** Von Dozent Dr. R. Allers in Wien. Mk. 3.60

Heft 17: **Die Zergliederung des psychischen Krankheitsbildes bei Arteriosklerosis-cerebri.** Von Nervenarzt Dr. S. J. R. de Monchy in Rotterdam. Mk. 3.—

Heft 18: **Epilepsie u. manisch-depressives Irresein.** Von Dr. Hans Krisch in Greifswald. Mk. 3.—

Heft 19: **Über die paranoiden Reaktionen in der Haft.** Von Dr. W. Förster ling in Landsberg a. d. W. Mk. 3.60

Heft 20: **Dementia praecox, intermediäre psychische Schicht und Kleinhirn-Basalganglien-Stirnhirnsysteme.** Von Prof. Dr. Max Loewy in Prag-Marienbad. Mk. 4.20

Heft 21: **Metaphysik und Schizophrenie.** Eine vergleichende psychologische Studie. Von Dr. G. Bychowski in Warschau. Mk. 5.—

Heft 22: **Der Selbstmord.** Von Priv.-Doz. Dr. R. Weichbrodt in Frankfurt a. M. Mk. 1.50

Heft 23: **Über die Stellung der Psychologie im Stammbaum der Wissenschaften und die Dimension ihrer Grundbegriffe.** Von Dr. Heinz Ahlenstiel in Berlin. Mk. 1.80

Fortsetzung auf der 3. Umschlag-Seite

Die Preise der Hefte 1 bis 55 sind ab 1. 1. 32 um 10% ermäßigt

Digitized by Google

ABHANDLUNGEN AUS DER NEUROLOGIE, PSYCHIATRIE, PSYCHOLOGIE UND IHREN GRENZGEBIETEN

BEIHEFTE ZUR MONATSSCHRIFT FÜR PSYCHIATRIE UND NEUROLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON K. BONHOEFFER

HEFT 70

Experimentelle und klinische Studien zur Physiologie und Pathologie der Pupillenbewegungen

mit besonderer Berücksichtigung der Schizophrenie

Von

Dr. O. Löwenstein und Dr. A. Westphal

o. ö. Professor, Direktor des Pathopsychologischen Instituts der Universität, leitendem Arzt der Rheinischen Provinzial-Kinderheilanstalt für seelisch Abnorme, Bonn

em. o. ö. Professor, fr. Direktor der Psychiatrischen und Nervenklinik der Universität und der Rheinischen Provinzial-Heil- und Pflegeanstalt Bonn

*

Mit 101 Abbildungen im Text und auf Tafeln

*

BERLIN 1933
VERLAG VON S. KARGER
KARLSTRASSE 39

236075

Digitized by Google

491936

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten

Buchdruckerei Ernst Klöppel, Quedlinburg a. H.

Digitized by Google

Vorwort.

Ausgangspunkt und Ziel der in den nachstehenden Blättern niedergelegten Untersuchungen waren die — pathologischen — Pupillenphänomene, die wir im Krankheitsbilde der Schizophrenie häufig antreffen. Indem wir diese Phänomene zum Gegenstand experimenteller Untersuchungen machten, fanden wir bald, daß an ihrer Genese nicht nur körperliche, sondern ebenso sehr psychische Momente beteiligt waren. So ergab sich uns die Notwendigkeit, die Pathologie der Pupillenbewegungen nicht nur auf Neurologie, sondern zugleich auf Pathopsychologie zu gründen. Ein solcher Versuch aber mußte aussichtslos bleiben, wenn wir nicht die Möglichkeit schufen, den Vergleich mit den entsprechenden Phänomenen beim Gesunden herzustellen; wir mußten deshalb der Pathophysiologie und Pathopsychologie eine Physiologie und Psychologie der Pupillenerscheinungen vorausschicken, wenn uns die dazu erforderlichen Untersuchungen auch oft weit abführten von unseren eigentlichen Zielen.

Der Physiologie und Psychologie der Pupillenbewegungen ist daher der erste Teil unserer Untersuchungen gewidmet, der ausschließlich von *O. Löwenstein* stammt. Diese Untersuchungen ließen sich nicht durchführen, ohne immer wieder auf die Besonderheiten hinzuweisen, die sich aus der psychophysischen Konstitution ergeben, die allein imstande ist, einen großen Teil der Phänomene zu erklären, die wir sowohl im Bereiche des Gesunden als auch im Bereiche des Pathologischen antreffen. Neurologisch gesehen handelt es sich bei der Durchführung dieses Versuches um die Frage, welchen Einfluß die verschiedenen somatischen und psychischen Momente auf den Tonus der Irismuskulatur ausüben; insofern wurden die hier vorliegenden Untersuchungen für den Bereich eines vom sympathischen beziehungsweise parasympathischen System innervierten Muskels ein Analogon zu dem, was *O. Löwenstein* in seiner „Experimentellen Hysterielehre“ (Bonn 1923) für die willkürlich innervierte Muskulatur bereits systematisch durchgeführt hat.

Ganz zweifellos haben wir in den Besonderheiten der psychophysischen Konstitution ein Moment zu erblicken, das für die Genese der somatisch-psychotischen Erscheinungen überhaupt — nicht nur der Pupillenphänomene — von überaus großer Wichtigkeit ist; unbeschadet der Annahme, ob wir es bei der Schizophrenie mit einer ausschließlich endogenen oder mit einer durch exogene Ursachen mit bedingten Krankheit zu tun haben.

Digitized by Google

Im ganzen sind unsere Kenntnisse von den körperlichen Symptomen der Schizophrenie noch außerordentlich gering. Vergleicht man zum Beispiel die zusammenfassende Darstellung, die *Steiner* und *Strauß* in *Bumkes* Handbuch der Geisteskrankheiten (Band IX, 1932) von den körperlichen Erscheinungen der Schizophrenie geben, mit der entsprechenden Schilderung der Krankheitserscheinungen auf rein psychischem Gebiete, so herrscht überall der Eindruck vor, daß unsere Kenntnisse von den körperlichen Begleiterscheinungen dürftig und unsicher sind. Insbesondere auch hinsichtlich der Erscheinungen an den Pupillen, zum Beispiel des von *Bumke* beschriebenen Symptoms der fehlenden Pupillenunruhe und des von *A. Westphal* beschriebenen Symptoms der wechselnden Pupillenstarre, herrscht Unsicherheit und weitgehende Meinungsverschiedenheit unter den Autoren, sowohl was die Erscheinungsformen und die Häufigkeit als auch was die nosologische Bedeutung dieser Phänomene angeht. Wir haben daher versucht, mit den neuen Methoden der kinematographischen Registrierung der Pupillenbewegungen, die der eine von uns *(O. Löwenstein)* erdacht und ausgebaut hat, die *Symptomatologie* der Pupillenphänomene zu studieren und mit den ebenfalls von *O. Löwenstein* erdachten Methoden der pathopsychologischen Analyse ihre *Genese* und ihre *Bedeutung* im Rahmen des Krankheitsbildes sicher zu stellen.

Auf die Angabe von Literatur haben wir im großen und ganzen verzichtet. Wir konnten das, weil unsere Untersuchungen auf bisher nicht angewandten Methoden und Fragestellungen fußten und daher fast nur in unseren eigenen Arbeiten Vorläufer besitzen, abgesehen — wenigstens nach der technisch-kinematographischen Seite hin — von der wichtigen und gründlichen Arbeit *Weilers*, die einer völlig unverdienten Vergessenheit anheim gefallen ist.

Die beigegebenen Abbildungen mußten leider im Interesse einer Verbilligung gegenüber dem Original stark verkleinert werden; doch tritt das Wesentliche überall deutlich hervor, und es ist zu hoffen, daß es auch solchen Lesern gut erkennbar geblieben ist, die im Lesen von Kurven ungeübt sind. Um die jeweilige Weite der Pupille auch im graphischen Bilde hervortreten zu lassen, wäre es an sich erwünscht gewesen — wie das in den Originalabbildungen der Fall war — überall eine einheitliche Null-Linie einzuzeichnen, derart, daß der vertikale Abstand von der Null-Linie ein relatives Bild der jeweiligen Pupillenweite ergäbe; gerade das konnte aber aus Ersparnisgründen in den Reproduktionen nicht durchgeführt werden. Wir mußten uns darauf beschränken, die vertikale Achse mit einer Skala zu versehen, die es freilich ebenfalls ermöglicht, sich ein Bild von der jeweiligen Weite der Pupille zu machen.

Unsere Darstellung wurzelt in ihren klinischen Voraussetzungen in den Untersuchungen, die der eine von uns *(A. Westphal)* schon

Digitized by Google

um die Jahrhundertwende begonnen und seitdem ununterbrochen fortgesetzt hat; in ihrem experimentellen Teil fußt sie auf den Versuchen, die der andere von uns *(O. Löwenstein)* während eines Zeitraums von fast 15 Jahren vornahm. Ihre technische Durchführung wäre nicht möglich gewesen ohne die wiederholten Unterstützungen der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, deren Präsidenten, Herrn Staatsminister a. D. Dr. *Schmidt-Ott* und deren Vizepräsidenten, unserem verehrten Bonner Kollegen Prof. *Konen,* wir zu aufrichtigem Dank verpflichtet sind. Dank sagen wir auch unseren technischen Mitarbeitern, ganz besonders dem technischen Laboratoriumsassistenten, Herrn *Mathias Hoppe,* dessen hohe technische Fähigkeiten und dessen nimmermüder Fleiß die Herstellung der Versuchsanordnungen ermöglichte, und Herrn stud. med. *Jakob Drießen,* in dessen Händen die Ausmessung der Pupillenbilder lag.

Bonn, im Januar 1933.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Vorwort III

A. Untersuchungen zur Physiologie und Psychologie der Pupillenbewegungen (von O. Löwenstein) 1

I. Problemstellungen 1

II. Die Methode 4

III. Lichtreaktion der Pupille und Konstitution 20

1. Der Ablauf der Lichtreaktion 20
2. Die Form der Lichtreaktion und ihre verschiedenen Typen 27
3. Die Erscheinungen der Ermüdung 32
4. Die konsensuelle Reaktion 36
5. Die Veränderungen der Form an der kontrahierenden Pupille 41

IV. Über die Psychoreflexe der Pupille und die Beeinflussung der Lichtreaktion durch psychische Momente 43

1. Die Wirkungen des Erschreckens 46
2. Die Wirkungen von Schmerzreizen 50
3. Die Wirkung von Furcht- und Angstzuständen 54
4. Aktive Muskelspannung und Pupillen 60

V. Die Pupillenunruhe 64

1. Allgemeines 64
2. Die Erscheinungen der Pupillenunruhe und ihre Beziehungen zu den vier Typen der Lichtreagibilität 66

Digitized by Google

Seite

B. Untersuchungen zur Pathologie und Pathopsychologie der Pupillenbewegungen (von O. Löwenstein und A. Westphal) 73

I. Schizophrenie 73

1. Die Veränderlichkeit des Lichtreflexes bei Gesunden und bei der Schizophrenie 73
2. Die Veränderungen des unbeeinflußten Lichtreflexes der Pupillen bei der Schizophrenie 84

a) Die Herabminderung des Lichtreflexes 84 — b) Die Aufhebung des Lichtreflexes 93

α) Die Herabminderung des Lichtreflexes beim ersten Lichtreiz 95 — β) Die unter dem Einfluß kontinuierlicher Lichtreize sich entwickelnde Lichtstarre 98

3. Die Bedeutung psychischer Einwirkungen für den Ablauf des Lichtreflexes bei der Schizophrenie 104

a) Die Wirkung von Schreckreizen 105 — b) Die Wirkung von Schmerzreizen 110 — c) Die Wirkung von Furcht- und Angstsuggestionen 113

4. Über die Psychoreflexe der Pupille und die Pupillenunruhe bei der Schizophrenie 115
5. Über das Vorkommen neurotonischer Lichtreaktionen bei der Schizophrenie 121
6. Anhang: Korrelationen; Kasuistik 123

a) Die Lichtreaktionstypen I bis III im Schizophrenen-Material 123

b) Die Lichtreaktionstypen IV im Schizophrenen-Material 129

II. Manisch-depressives Irresein 143

III. Anhang:

a) Beiträge zur Pathologie der Pupillenbewegungen bei extrapyramidalen Erkrankungen 148

1. Postenzephalitische Erkrankungen 151
2. Chorea-Athetose bei Littlescher Krankheit 157
3. Allgemeine Athetose bei Dystrophia musculorum progressiva 158
4. Huntingtonsche Chorea 160
5. Krampus-Neurose 163
6. Myoklonus-Epilepsie 163

b) Besondere Fälle 166

1. Myasthenia pseudoparalytica gravis 166
2. Periodisch auftretende, einseitige Formveränderungen der Pupille bei einer Gesunden 168

C. Ergebnisse:

a) Zur Physiologie und Psychologie der Pupillenbewegungen 170

b) Zur Pathologie und Pathopsychologie der Pupillenbewegungen 174

c) Schlußbemerkungen 179

Digitized by Google

A. Untersuchungen zur Physiologie und Psychologie der Pupillenbewegungen.

I. Problemstellungen.

Der äußerlich relativ einfache Vorgang der Irisbewegung, der sich aus dem Antagonismus von Sympathikus und Okulomotorius, das heißt von Dilatator- und Sphinkterinnervation, ergibt, ist in Wirklichkeit der Erfolg einer ungeheuren Mannigfaltigkeit von bewegungsauslösenden „pupillomotorischen" Ursachen. Diese Vielgestaltigkeit hat ihre neurologische Grundlage in zahlreichen Nervenverbindungen mit sensiblen, sensorischen, motorischen und sympathischen Bahnen und Zentren; sie erklären es, daß die verschiedensten nervösen, sensorischen, sensiblen und psychischen Reize imstande sind, pupillomotorische Wirkungen hervorzurufen. Dadurch erhält das Pupillenspiel, in welchem sich der Erfolg dieser vielgestaltigen Innervationen manifestiert, eine besondere Stellung im Rahmen der nervösen Vorgänge überhaupt: es gibt kaum einen nervösen und sicherlich keinen psychischen Vorgang, der nicht irgendwie in den Bewegungen des Pupillenspiels seinen sichtbaren und meßbaren Ausdruck fände. Die morphologischen Verhältnisse der Iris, deren freier und gut sichtbarer Saum ein besonders fein ansprechendes und dabei gut und weithin sichtbares Reagens darstellt, machen die Anwendung messender Methoden relativ leicht. Das erklärt es, weshalb das Pupillenspiel seit Jahrzehnten eine unerschöpfliche Fundgrube neurologischer, psychiatrischer und psychologischer Erkenntnis geworden ist.

Im Vordergrunde des neurologischen Interesses haben von jeher der Lichtreflex und seine pathologischen Abartungen gestanden. Der Lichtreflex an sich ist zweifellos ein durch einen physikalischen Reiz ausgelöster echter Reflex, dessen Zustandekommen lediglich durch somatische Momente bestimmt wird. Es erhebt sich jedoch die Frage, ob die zahlreichen Ursachen, die auf Grund der vielfachen Nervenverbindungen Irisbewegungen auslösen können, nicht auch ihrerseits imstande sind, den Ablauf des Lichtreflexes wie der

Digitized by Google

Pupillenreflexe überhaupt zu beeinflussen; gegebenenfalls, welches im einzelnen die Bedeutung der verschiedenen pupillomotorischen Momente ist, das heißt, welche Rolle diese Momente für das Zustandekommen und die symptomatische Ausgestaltung verschiedener normaler und pathologischer Phänomene spielen.

Voraussetzung für die Beantwortung dieser Frage ist vor allem die genaue symptomatologische Analyse dieser Phänomene selbst. Es ist notwendig, möglichst genau die Erscheinungsformen dieser Phänomene zu erkennen und zu erforschen; zu fragen, welche Abänderungen diese Erscheinungsformen unter dem Einflusse verschiedener äußerer und innerer, das heißt somatischer und psychischer Bedingungen erleiden. Auf diesem Wege gelingt es möglicherweise, die einzelnen Faktoren, welche die Erscheinungsformen der in Frage stehenden Phänomene bestimmen, experimentell zu ergründen, vielleicht sogar sie zu eliminieren und so ihre Bedeutung für das Zustandekommen, für die äußere Erscheinungsform und den Ablauf eines Phänomens festzustellen.

Als Methode für die symptomatologische Analyse der in Betracht kommenden normalen und pathologischen Phänomene bedienen wir uns der kinematographischen Registrierung ihres Ablaufes, so wie sie durch den einen von uns *(O. Löwenstein)*[1]) ausgebildet worden ist. Als Methode für die Eliminierung der einzelnen pupillomotorischen Faktoren bedienen wir uns einer Kombination dieser kinematographischen Registierung mit dem physiologischen, dem psychologischen und dem psychophysischen Experiment.

Überall in der organischen Natur, wo wir Eigenschaften oder Vorgänge mit messenden Methoden analysieren, treffen wir auf weitgehende individuelle Unterschiede, die zunächst von quantitativer Art sind. Denn jedes Phänomen hat seine normale Variationsbreite, deren Umfang wir uns dadurch sichtbar machen können, daß wir das gleiche Phänomen bei einer großen Anzahl von Einzelindividuen nach seinen quantitativen Ausmaßen bestimmen, das heißt also messen und durch Messung feststellen, in welchem Maße die extrem verschiedenen Eigenschaften voneinander abweichen. Dieses Maß der Abweichung „extremer Varianten" voneinander gibt uns einen Maßstab dafür, in welchem Umfange ein und dieselbe Eigenschaft bei verschiedenen Individuen verschieden gestaltet sein kann; sie ergibt das, was wir als „Variationsbreite" bezeichnen. Je einfacher ein Vorgang oder

[1]) *O. Löwenstein,* Über die Variationsbreite des Lichtreflexes und der Psychoreflexe der Pupillen, Beiträge zur Kenntnis der psychophysischen Konstitution. Archiv f. Psychiatrie, Bd. 82.

Digitized by Google

eine aus ihm resultierende Eigenschaft mit messenden Methoden zu erfassen ist, um so leichter wird es sein, die Gesamtheit seiner individuellen Verschiedenheiten, d. h. seine Variationsbreite, darzustellen. Es ist ganz selbstverständlich, daß wir auch beim Pupillenspiel individuelle Varianten erwarten müssen; das heißt also, einen Grad der Ausprägung, der dem Einzelindividuum eigentümlich ist, den es zwar mit einer bestimmten Anzahl anderer Einzelindividuen teilt, der aber von dem Grad der Ausprägung bei zahlreichen anderen Einzelindividuen mehr oder weniger erheblich abweicht. Aber auch dieser individuelle Grad der Ausprägung, den wir an den verschiedenen Pupillenphänomenen eines Individuums zu bestimmten Zeiten feststellen, kann nicht konstant sein. Wir werden vielmehr finden müssen, daß er sich ändert, sobald sich die Bedingungen ändern, unter denen gerade dieser Ausprägungsgrad auftrat. Bei mittleren Bedingungen werden wir einen mittleren Ausprägungsgrad erwarten; bei solchen Bedingungen, die die Ausbildung eines Phänomens extrem gut fördern, werden wir eine extrem gute Ausprägung erwarten; unter Bedingungen hingegen, die die Ausbildung des gleichen Pupillenphänomens extrem hemmen, werden wir eine extrem schlechte Ausprägung erwarten. Steigern wir die extrem guten Bedingungen aber über ein bestimmtes Maß hinüber, so werden wir keine weitere Steigerung des Phänomens mehr erwarten dürfen, so wenig wir umgekehrt eine weitere Herabminderung erwarten dürfen, wenn wir die Bedingungen über einen bestimmten Grad hinüber verschlechtern. So gelangen wir zu dem Begriff der *individuellen Variabilität,* und wir verstehen darunter die abgestuften Möglichkeiten in der Ausbildung eines Phänomens, die auftreten können, wenn wir bei ein und demselben Individuum die Bedingungen für das Auftreten des Phänomens so abstufen, daß zu den extrem guten Bedingungen über die mittleren Bedingungen hinüber bis hin zu den extrem schlechtesten Bedingungen, die das Phänomen gerade noch zulassen, alle Möglichkeiten der Abstufung sich erfüllen lassen. *Die Grenzen, innerhalb deren ich auf diese Weise Ausprägungsmöglichkeiten darstellen kann, wurzeln in dem, was wir „Konstitution" nennen.* Die Konstitution ist es also, die die Grenzen der individuellen Variabilität einer Eigenschaft bestimmt. Von der Konstitution hängt es ab, ob bei Erfüllung mittlerer Bedingungen eine so und nicht anders geartete Ausprägung einer Eigenschaft vorliegt. Von der Konstitution hängt es ferner ab, in welchem Grade und in welcher Art sich Veränderungen an einem Phänomen vollziehen, wenn — von den mittleren Bedingungen abweichend — extrem günstige oder extrem ungünstige Bedingungen vorliegen.

Digitized by Google

So komplexe Größen, wie der Ablauf etwa des Lichtreflexes der Pupillen oder anderer Pupillenphänomene sie darstellen, sind selbstverständlich in weitem Umfang in der Konstitution verwurzelt. So ergibt sich für uns die Aufgabe, die Wechselbeziehungen aufzuweisen, die zwischen der Ausgestaltung bestimmter Pupillenphänomene und der Konstitution bestehen. Da es sowohl somatische als auch psychische Momente sind, die — individuell verschieden — die Ausgestaltung und den Ablauf der Pupillenphänomene bestimmen, weist uns die Erforschung dieser Phänomene nachdrücklich und eindeutig hin auf die Erscheinungen der psychophysischen Konstitution. Denn sind es Momente der physischen Konstitution, die den Ablauf der Pupillenreflexe von der somatischen Seite her bestimmen, so ist doch das Maß und die Art, mit der psychische Momente diesen Ablauf zu ändern imstande sind, unmittelbarer Ausdruck der psychophysischen Konstitution.

Die erste Frage, die wir uns vorlegen, lautet also: Welche Formen der Pupillenreaktion kommen vor, und wie sind die verschiedenen Formen in der psychophysischen Konstitution begründet; welches ist das Maß der individuellen Variationsbreite innerhalb der einzelnen Konstitutionsartungen. Wir werden uns weiter zu fragen haben, welche pathologischen Abänderungen die von uns untersuchten Phänomene bei verschiedenen Erkrankungen des Zentralnervensystems und bei verschiedenen Psychosen, insbesondere bei der Schizophrenie und dem manisch-depressiven Irresein erfahren; sodann, ob und welche Beziehungen bestehen zwischen diesen Abartungen einerseits, dem vorliegenden Krankheitsprozeß und der zugrundeliegenden psychophysischen Konstitution andererseits.

II. Die Methode.

Der Versuch, das Pupillenspiel kinematographisch zu registrieren, wurde bereits von *Weiler* im Jahre 1910 — bis zu gewissem Grade erfolgreich — unternommen. Es gelang *Weiler*[1]), bei seinen in der Dunkelkammer befindlichen Versuchspersonen, die Kontraktionsphasen der plötzlich stark belichteten Pupille im Kinematogramm festzuhalten. Dahingegen war es mit *Weilers* Versuchsanordnung nicht möglich, das Stadium der Wiedererweiterung, das sich an die Kontraktion anschließt, sobald der Lichtreiz wegfällt, zur Darstellung zu bringen; es war ferner nicht möglich, das der Kontraktion vorhergehende Stadium, in dem die Pupille noch nicht belichtet war, ab-

[1]) Zeitschrift für die gesamte Neurologie und Psychiatrie, 2, 1910.

Digitized by Google

zubilden. Damit entfiel selbstverständlich auch die Möglichkeit, die Psychoreflexe der Pupille an dem unbelichteten Auge zu registrieren. Alle Versuche, auch diese Phänomene der kinematographischen Registrierung zugänglich zu machen, waren so lange zum Scheitern verurteilt, als nicht der Circulus vitiosus beseitigt war, der darin bestand, daß zwar ohne starke Beleuchtung eine kinematographische Aufnahme der Bewegungen der Iris, die an sich meist sehr schwer photographierbar ist, unmöglich blieb; jede Verstärkung in der Intensität der Beleuchtung aber andererseits dazu führen mußte, die Pupille hochgradig zu verengern. Diese Verengerung aber ließ ihrerseits weitere Verengerungen durch neu einfallende Lichtreize nur in beschränktem Umfange zu; die feineren, spontan oder reaktiv auftretenden Psychoreflexe aber wurden durch starke Beleuchtungen mehr oder weniger vollständig zum Erlöschen gebracht. Es kam demnach alles darauf an, als Grundlage für die kinematographische Registrierung der Irisbewegungen eine Beleuchtung zu finden, die diesen Circulus vitiosus durchbricht; die also einerseits bei Anwendung eines lichtstarken Objektives eine ausreichende Photographierbarkeit zuläßt, die aber andererseits eine die Pupille verengernde Wirkung entweder gar nicht oder doch nicht in einem nennenswerten Grade hat, und die somit die pupillomotorische Wirksamkeit anderer Reize nicht in stärkerem Maße beeinträchtigt.

Um dieses Ziel zu erreichen, verwendeten wir Lichtfilter.

Ältere physiologische Untersuchungen, insbesondere von *Sachs* (1892), *Schäfer* (1903), *Abelsdorff* (1904) und *Basler* (1905) waren zu dem Resultat gelangt, daß gleich intensive Lichtquellen verschiedener Färbung nicht die gleiche pupillomotorische Wirkung auszuüben imstande seien; daß diese Wirkung nicht abhängt von der objektiven Lichtstärke, sondern lediglich von dem subjektiv empfundenen Helligkeitsgrad. Nachprüfungen dieser Versuche ergaben, daß diese Resultate ihrer allgemeinen Tendenz nach richtig sind[1]). Es war also für unsere Zwecke notwendig, eine Lichtquelle zu konstruieren, deren Strahlen subjektiv als möglichst dunkel empfunden wurden, die aber objektiv eine starke Lichtintensität und zugleich ein Maximum photographischer Wirksamkeit aufwiesen. Diese Forderung fand sich erfüllt bei Strahlen, die im Spektrum weit rechts im Blauen zwischen den *Fraunhofer*schen Linien F und G gelegen sind; ihre pupillomotorische Wirkung ist so gering, daß man Lichtstärken von etwa 5000

[1]) Inwieweit sie dennoch einer Korrektur bedürfen, wird in einer späteren Mitteilung eingehend dargelegt werden.

Digitized by Google

Kerzen anwenden kann, ohne daß die Pupillen nennenswert enger werden, besonders wenn man dafür sorgt, daß die Beleuchtung in das Auge möglichst wenig zentral einfällt, die Beleuchtungsquellen also möglichst tangential im Verhältnis zur Cornea angebracht sind. Dabei gelangt man — ohne Schaden für die Beweglichkeit der Iris — relativ leicht zu Beleuchtungsintensitäten, die die Möglichkeit zu kinematographischer Registrierung des Pupillenspiels gewähren[1]).

Im Gegensatz zu *Weiler* nahmen wir daher unsere kinematographischen Pupillenuntersuchungen nicht im Dunkelraum, sondern in einem durch 2 Reflektoren erleuchteten Raum vor, die zu beiden Seiten der Versuchsperson angebracht wurden. Den Lichtflächen dieser Reflektoren wurden entsprechende Blauviolettgläser vorgesetzt, so daß der ganze Raum durch ein mildes blauviolettes Licht angenehm erleuchtet erscheint. Die Reflektoren sind in der beigegebenen Über-

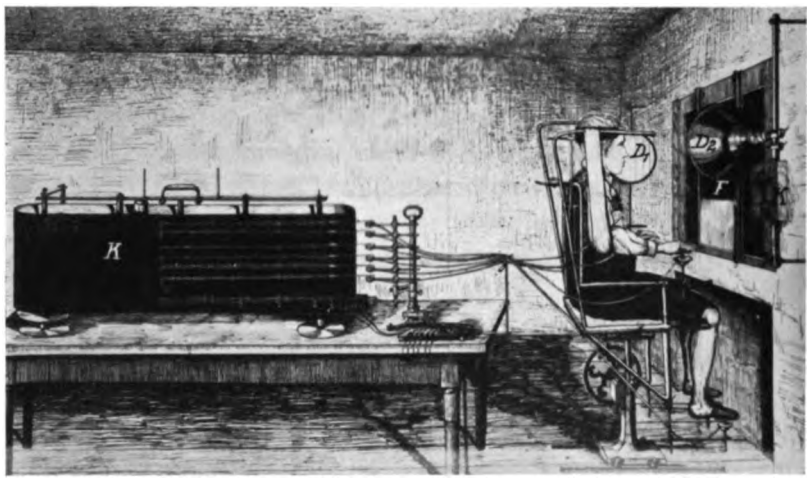


Abb. 1. **Übersicht über die Versuchsanordnung von der Seite der Versuchsperson her.**
D_1, D_2 = Reflektoren mit den vorgesetzten Blaulichtfiltern.
F = Fenster, durch das hindurch die Versuchsperson in das Objektiv des im Nachbarraum untergebrachten kinematographischen Aufnahmeapparates schaut.
K = Kontakt zur Schließung des Starkstrommagnetes Mg (vgl. Abb. 2).
Ky = Kymographion.

[1]) Vgl. *Löwenstein*, Über eine Methode zur kinematographischen Darstellung der Pupillenphänomene und den Ablauf einiger Pupillenreflexe. Zentralbl. f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie, 45, H. 5/6, und *Löwenstein*, Über den Ablauf einiger Pupillenreflexe. II. Mitt. Zentralbl. f. d. ges. Neurol. und Psychiatrie, 45, H. 9, sowie vor allem *Löwenstein*, Über die Variationsbreite des Lichtreflexes und der Psychoreflexe der Pupillen. Beiträge zur Kenntnis der psychophysischen Konstitution. Archiv f. Psychiatrie und Nervenkrankheiten, Bd. 82, S. 285 ff.

Digitized by Google

sichtsabbildung 1 mit D_1 und D_2 bezeichnet. Je weiter man die Reflektoren in horizontaler Richtung voneinander entfernt, um so mehr ist die Forderung, daß sie ihr Licht möglichst wenig zentral in das Auge senden, erfüllt.

Nachdem so in lichttechnischer Hinsicht die Grundbedingungen für die Möglichkeit kinematographischer Pupillenaufnahmen erfüllt waren, kam es darauf an, eine Versuchsanordnung zu konstruieren, die sowohl den psychologischen als auch den physiologischen Notwendigkeiten Rechnung trug. In psychologischer Hinsicht handelte es sich darum, eine möglichst bequeme Lagerung der Versuchsperson zu erreichen und die Abwicklung des Versuches möglichst geräuschlos zu gestalten, während gleichzeitig psychische und physische Reize mannigfacher Art gesetzt wurden, und Lichtreize auf das eine oder das andere Auge, gegebenenfalls auch gleichzeitig auf beide Augen, zur Einwirkung gebracht werden konnten. Eine bequeme Lagerung wurde dadurch erreicht, daß die Versuchsperson auf einen bequemen Stuhl gesetzt wurde, der durch ein Zahnradgetriebe hoch und nieder gestellt sowie auf Schienen vorwärts und rückwärts geschoben werden konnte (Abb. 1). Der Kopf wurde in eine Polsterung gelagert, so daß er zwar nicht bewegt werden konnte, aber doch nicht unbequem lagerte. Damit auch im übrigen eine möglichst bequeme Haltung des Oberkörpers ermöglicht wurde, wurde eine verstellbare, gepolsterte Nackenstütze angebracht. Um die Forderung der Geräuschlosigkeit zu erfüllen, wurden Aufnahmeapparatur und Versuchsperson in getrennten Räumen, die durch ein Glasfenster verbunden waren, untergebracht. Man hat sich also die beiden beigegebenen Übersichtsabbildungen 1 und 2 so vorzustellen, daß die Apparatur der Abbildung 1 in dem einen Raum, diejenige der Abbildung 2 aber in einem Nachbarraum untergebracht ist, derart, daß die Versuchsperson der Abbildung 1 durch das Glasfenster F in das Objektiv des kinematographischen Aufnahmeapparates hineinschaut, der in Abbildung 2 dem Fenster F zugewandt, also in Abbildung 1 nicht sichtbar ist.

Jenseits dieser Wand befindet sich also — ebenfalls durch ein Zahnradgetriebe aufwärts und abwärts verstellbar, und zwar vermittels des Schwungrades S — der eigentliche kinematographische Aufnahmeapparat, in der Übersichtsabbildung mit A bezeichnet. Er wird angetrieben durch einen Motor M mit Anlasser An. Zwischen den Motor und den kinematographischen Aufnahmeapparat A ist ein sogenanntes Zwischengelege T eingeschaltet. Dieses Zwischengelege T dient ebenso wie der Stufenanlasser An und der Vorschaltewider-

Digitized by Google

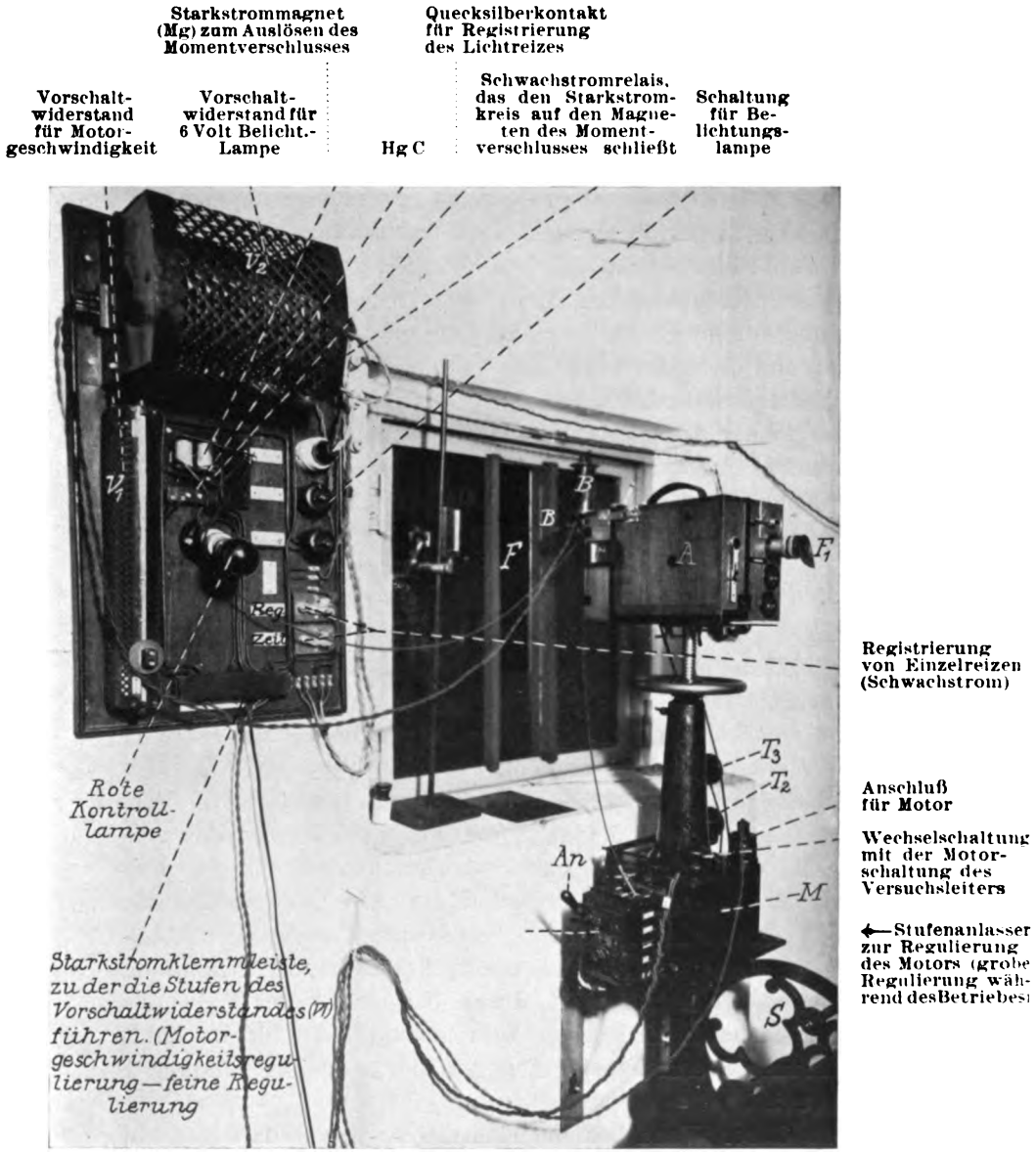


Abb. 2. Übersicht über die Versuchsanordnung auf der Seite des kinematographischen Aufnahmeapparates. Dieser Teil der Versuchsanordnung ist mit dem in Abb. 1 wiedergegebenen Teil durch das Fenster F verbunden.

F = Fenster, durch das hindurch das Pupillenspiel der Versuchsperson kinematographiert wird.
S = Schwungrad, durch das vermittels eines Zahnradgetriebes die ganze Versuchsanordnung aufwärts und abwärts gestellt werden kann.
A = Kinematographischer Aufnahmeapparat.
M = Motor zum Antrieb des Aufnahmeapparates.
An = Stufenanlasser zum Motor
V_1 = Vorschaltwiderstand für den Motor } zur Regulierung der Geschwindigkeit des Aufnahmeapparates.
T_2, T_3 = Zwischengelege zwischen Motor und Aufnahmeapparat
B B = Einrichtung zur Erzeugung von Lichtreizen, die völlig zentral in das Auge einfallen (Belichtungsvorrichtung, vgl. Abb. 5).
V_2 = Vorschaltwiderstand für die Fokusbirne der Belichtungsvorrichtung B.
Hg C = Quecksilberkontakt.

Digitized by Google

stand V der Regulierung der Geschwindigkeit. Das Vorgelege besteht aus mehreren Bandscheiben, nämlich der Bandscheibe T_1, die am Aufnahmeapparat A befestigt ist (Abb. 3 und 4), der Bandscheibe T_4, die am Motor selbst befestigt ist und den Stufenbandscheiben T_2 und T_3, die zwischen T_1 und T_4 gelegen und auf der gleichen Achse befestigt sind; durch ihre verschiedenen Stufen gestatten sie die Regulierung der Geschwindigkeit von T_1, die außerdem noch — wenigstens im Groben — durch den Anlasser An reguliert werden kann. Der feineren Regulierung dient außerdem der Vorschaltwiderstand V, der am Schaltbrett angebracht ist (Abb. 2).

Wenn also vermittels des Anlassers An der Motor M in Bewegung gesetzt wird, wird durch eine Riemenübertragung von T_4 über T_3 und T_2 mit T_1 der kinematographische Aufnahmeapparat A und damit der in diesem enthaltene Film in Bewegung gesetzt; die Regulierung der Geschwindigkeit von T_1 geschieht also in mehrfacher Weise: erstens durch den Anlasser An, zweitens durch die Stufenscheibe T_3, T_2; denn je nachdem, ob ich die Riemenübertragung der Bewegung von T_3 nach T_1 durch eine Bandscheibe mit kleinerem oder größerem Radius vornehmen lasse, erhalte ich an T_1 eine kleinere oder größere Geschwindigkeit; drittens und vor allem aber durch den Vorschaltewiderstand V.

Die Bandscheibe T_1 ist durch einen aufgelegten Ring in ihrer Peripherie in 16 gleiche Felder eingeteilt, die abwechselnd mit einem Messing- beziehungsweise einem Kautschukbelag versehen sind. Über diesen Messingbelag schleift eine Feder; sämtliche Messingbeläge sind an der Innenseite durch den Ring leitend verbunden; der Messingring hat über das Zentrum der Scheibe hinüber eine Drahtverbindung mit einem Schreib-Elektromagneten, dessen anderer Pol leitend mit der schleifenden Feder verbunden ist. Diese Feder ist mit einer Platinspitze versehen; sobald diese Platinspitze mit dem Messingbelag in Verbindung kommt, schließt sich der Stromkreis, der den Elektromagneten am Kymographion Ky (Abb. 1) bedient. Er öffnet sich wieder, sobald die Platinspitze über die Kautschukplatte streift, schließt sich wieder bei dem dann folgenden Messingbelag, und so fort. Der Stromkreis schließt sich also achtmal, während die Bandscheibe T_1 eine Umdrehung macht. Der Schreibmagnet zeichnet jeden Stromschluß auf das Kymographion Ky auf, das hinter der Versuchsperson aufgestellt ist, und das völlig geräuschlos läuft. Einer Umdrehung der an die Bandscheibe T angeschlossenen Achse des Aufnahmeapparates entsprechen 8 Einzelaufnahmen, und die ganze Versuchsanordnung ist derart eingestellt, daß eine leitende

Digitized by Google

Verbindung zum Schreibmagneten immer dann vorhanden ist, wenn im Aufnahmeapparat der Film stillsteht und belichtet wird. Mit dieser Vorrichtung ist es also möglich, am Kymographion den Augenblick genau zu bestimmen, in dem ein bestimmtes Bild gewonnen wurde, wenn man durch einen zweiten Schreibmagneten gleichzeitig auf dem gleichen Kymographion die Zeit — etwa in Fünftelsekunden — registrieren läßt, und durch einen dritten und vierten, über den beiden ersten Schreibmagneten angeordneten Schreibmagneten den Augenblick fixiert, in dem Lichtreize oder andere Reize gesetzt werden. Der kinematographische Aufnahmeapparat A entspricht im wesentlichen dem käuflichen Modell des großen Lytaxapparates, der der starken Beanspruchung, der er ausgesetzt wird, durchaus gewachsen ist. Durch Wechsel in der Schaltung konnte erreicht werden, daß bis zu 50 Einzelbilder in der Sekunde hergestellt wurden. Aufnahmen von 50 Bildern in der Sekunde waren allerdings nur unter besonders günstigen Bedingungen brauchbar, nämlich dann, wenn es sich um belichtete Augen mit sehr heller Iris handelte. Im allgemeinen begnügten wir uns mit 16 Bildern in der Sekunde, das ist derjenigen Bildzahl, die im allgemeinen Voraussetzung für die Möglichkeit der Reproduktion ist.

Das Objektiv, dessen wir uns bedienten, war besonders lichtstark. Nach vielen Vorversuchen und nachdem wir eine Zeitlang den sogenannten „Heliosstigmat“ (Voigtländer) 1:2,5 F = 100 mm benutzt hatten, entschieden wir uns definitiv für Zeiß 1:1,5 F = 100 mm. Von der Schärfe der Einstellung während der Aufnahme hängt in hohem Maße das Gelingen der Versuche ab. Da man trotz der Fixierung des Kopfes immer damit rechnen muß, daß die Versuchsperson während des Versuches ihre Lage verändert, war es notwendig, die Schärfe der Einstellung während der Aufnahme ständig zu kontrollieren. Während die erste Einstellung durch die Guckvorrichtung F_1 (Abb. 2 und 3) vorgenommen wurde, die von vorneherein in den Apparat eingebaut ist, nahmen wir die fortlaufende Kontrolle während des Betriebes durch das Fernrohr F_2 vor, das wir in den Apparat seitlich einbauten. Um eine größere, aber verstellbare Brennweite zu erhalten, legten wir dem Objektiv einen verstellbaren Vorbau unter, der die erforderliche Beweglichkeit herstellte.

Während wir ursprünglich glaubten, daß die Aufnahme beider Augen zwei besondere, an die gleiche Achse gekoppelte Apparate voraussetzte, stellte sich heraus, daß man mit einem Apparat für beide Augen auskommt, und dennoch von beiden Pupillen scharfe

Digitized by Google

Bilder erhält, wenn man den Abstand zwischen Versuchsperson und Aufnahmeapparat entsprechend groß gestaltet.

Zur Prüfung der Lichtreaktion ist notwendig, daß ein Lichtreiz völlig zentral gesetzt werden kann. Diesem Zweck dient die mit B bezeichnete Einrichtung. Sie ist in den Abbildungen 2, 3 und 4 zu sehen und in Abb. 5 schematisch wiedergegeben. Den Kern dieser Vorrichtung bildet eine 50-Watt-Fokus-Birne, die im Brennpunkt des

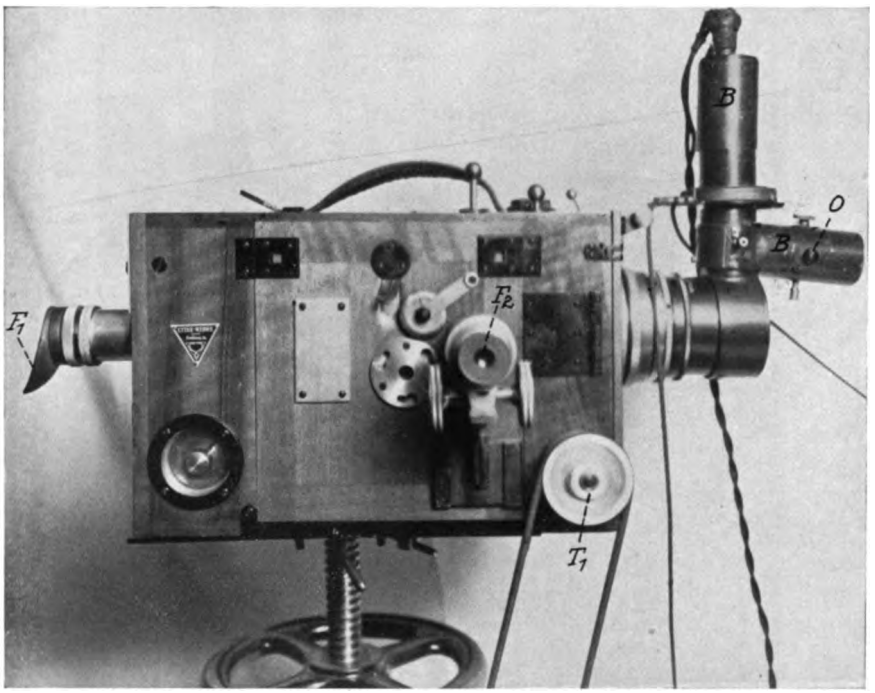


Abb. 3. **Der kinematographische Aufnahmeapparat von der Seite.**

F_1 = Guckvorrichtung für die grobe Einstellung.
F_2 = Fernrohr für die fortlaufende Kontrolle des Bildes während der Aufnahme.
B B = Einrichtung zur Erzeugung von Lichtreizen, die völlig zentral in das Auge einfallen (Belichtungsvorrichtung).
T_1 = Bandscheibe mit Riemenverbindung zum Zwischengelege T.
O = Öffnung, durch die der Lichtstrahl der roten Lampe auf das Planglas s_4 einfällt (Abb. 6, Fixierpunkt).

Kondensors k steht, und deren Licht durch den rechteckigen Spalt s_1 — der scharfkantig in ein dünnes Blech hineingeschnitten ist — hindurchgeht, um auf den Metallspiegel s_2 aufzutreffen, der um einen Winkel von 45 Grad gegen die Vertikalebene geneigt ist; das Licht wird durch den Aplanat L rechteckig wie der Spalt s_1 auf das zu belichtende Auge geworfen, sobald ein in der Höhe von s_1 an-

Digitized by Google

gebrachter Kompoundverschluß C geöffnet wird. Die Forderung, daß der Lichtstrahl möglichst zentral einfallen solle, dürfte damit hinreichend weit erfüllt sein. Das Licht der Fokus-Birne ist seiner Intensität nach abstufbar, und zwar vermittels eines Vorschaltwiderstandes V_2, der sich an der Schalttafel befindet (Abb. 2).

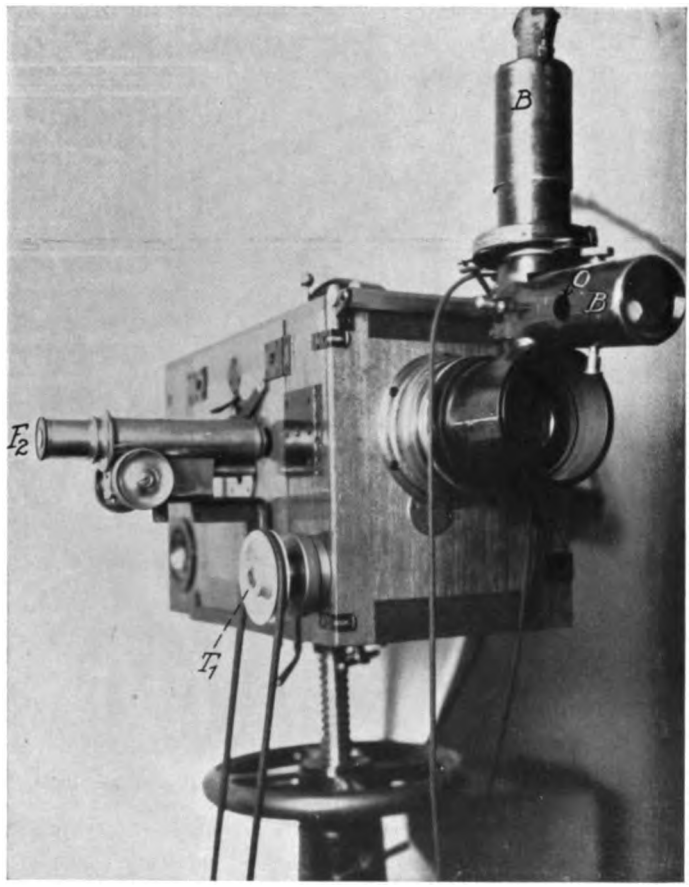


Abb. 4. **Der kinematographische Aufnahmeapparat von vorn.**
T_1 = Bandscheibe mit Verbindung zum Zwischengelege T.
F_2 = Fernrohr für die fortlaufende Kontrolle des Bildes während der Aufnahme.
B B = Einrichtung zur Erzeugung von Lichtreizen, die völlig zentral in das Auge einfallen (Belichtungsvorrichtung).
O = Öffnung, in die der Lichtstrahl einer roten Lampe vermittels des Spiegels s_3 auf die Planscheibe s_4 geworfen wird (Abb. 6, Fixierpunkt).

Um die Konvergenz und Akkomodation auszuschalten, war es notwendig, einen nicht leuchtenden Fixierpunkt in der Unendlichkeit zu schaffen. Das geschah durch eine besondere Einrichtung C, die

Digitized by Google

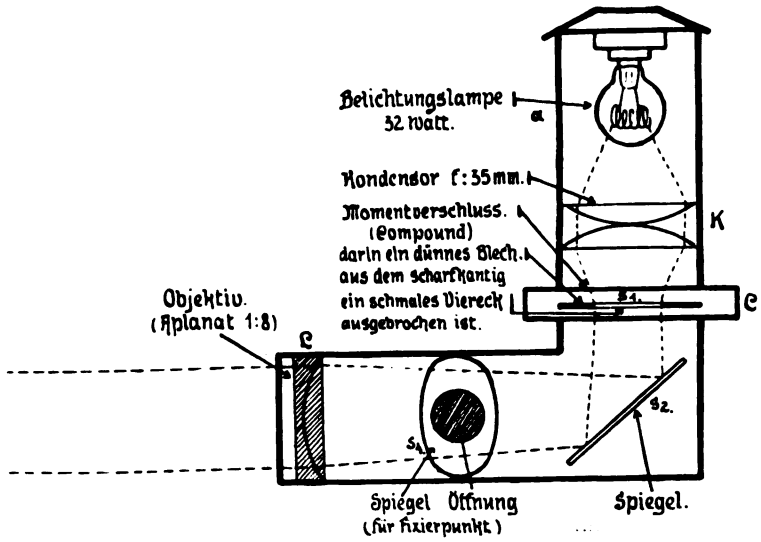


Abb. 5. **Belichtungsvorrichtung B;** schematische Zeichnung.

a = Fokusbirne (50 Watt, 6 Volt).
K = Kondensor, 35 mm Brennweite.
C = Compoundverschluß.
s_1 = rechteckiger Spalt.
s_2 = Metallspiegel.
L = Aplanat (1:8).

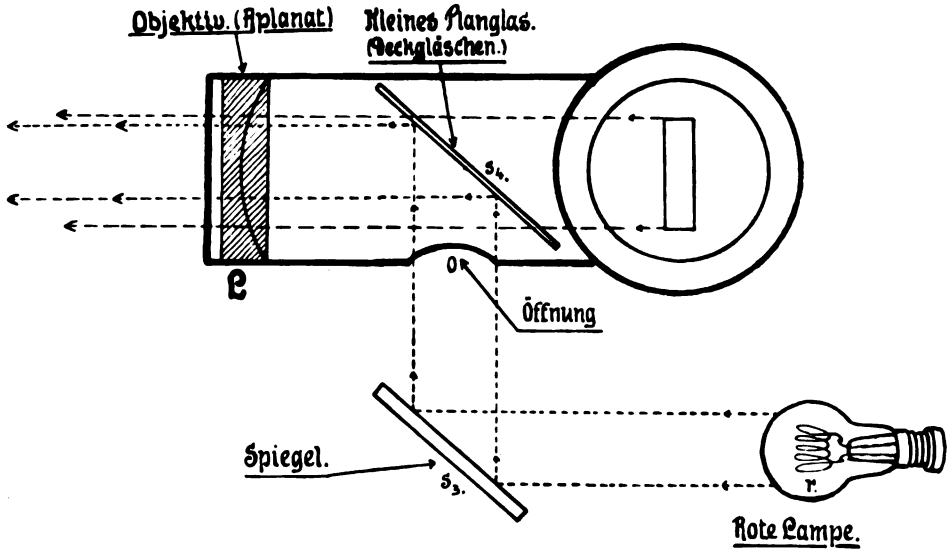


Abb. 6. **Fixierpunktvorrichtung;** schematische Zeichnung.

r = rote Lampe.
s_3 = Spiegel (vgl. Abb. 2).
O = Öffnung im horizontalen Rohr der Belichtungsvorrichtung BB.
s_4 = Planglas.
L = Aplanat.

Digitized by Google

analog der Einrichtung B gebaut und dieser seitlich aufgesetzt war, und in der sich ein nicht leuchtender Lichtpunkt befand, der schließlich durch die gleichen Spiegel, durch die das Licht von B in das Auge geworfen wurde, ebenfalls dorthin gelangte, aber infolge seiner äußerst geringen Intensität und durch geeignete Linsenvorrichtungen unendlich weit erschien. Eine nur wenig leuchtende, rote Lampe (Abb. 6) wird durch den Spiegel s_3 in die kleine Öffnung o (Abb. 3, 4) auf das Planglas s_4 geleitet, durch das es gleichzeitig von beiden Augen beobachtet werden kann. Es erscheint dem Auge unendlich weit.

Der in Abbildung 5 bei C gezeichnete Kompoundverschluß kann durch einen elektrischen Fernauslöser f sowohl von dem Versuchsleiter, der sich auf der Seite der Versuchsperson befindet, als auch vom Assistenten, der sich im Raume des Aufnahmeapparates A befindet, bedient werden. Wenn der Versuchsleiter auf den Knopf K drückt (Abb. 1) oder der Assistent auf den Knopf K_1 (Abb. 2), wird der Starkstrommagnet Mg (Abb. 2) geschlossen und der Kompoundverschluß C durch den mechanischen Auslöser geöffnet. Wenn der Anker des Starkstrommagneten seinen tiefsten Punkt erreicht, wird gleichzeitig der Momentverschluß geöffnet, und der Augenblick des Öffnens durch den Quecksilberkontakt HgC (Abb. 2) auf den Schreibmagneten übertragen, der den Zeitpunkt auf dem Kymographion aufzeichnet. Der Compoundverschluß selbst hat — wie allgemein bekannt ist — variable Öffnungszeiten, die zwischen $^1/_{100}$ und 1 Sekunde schwanken, und die durch Einschaltung des Zeitverschlusses mit Hilfe eines geeigneten Chronoskops beliebig verlängert werden können. In unserer Anordnung bleibt der Kompoundverschluß für die Zeit geöffnet, auf die er eingestellt ist; wir stellten ein für allemal auf eine Sekunde ein, so daß eine Belichtung stets eine Sekunde dauerte.

Um auch psychische Reize registrieren zu können, ist hinter der Versuchsperson der Kontakt einer elektrischen Klingel angebracht, der ebenfalls einen auf dem Kymographion schreibenden Schreibmagneten bedient; mit dem gleichen Schreibmagneten ist auch die Knallvorrichtung Kn (Abb. 1) verbunden, mit der Schreckreize gesetzt und gleichzeitig registriert werden können. Die Schreckvorrichtung ist so eingerichtet, daß sie gleichzeitig mit dem Schreckreiz den Kompoundverschluß öffnen und einen Lichtreiz setzen kann.

Wir haben also am Kymographion Ky im ganzen 4 Schreibmagneten angebracht, die folgenden Zwecken dienen:

Digitized by Google

1. der Zeitregistrierung (ausgehend von einem nicht mit aufgezeichneten Chronoskop),

2. der Registrierung der Bildzahl (ausgehend von der Scheibe T_1).

3. der Registrierung der Lichtreize (ausgehend von den Auslösern K und Kn).

4. der Registrierung andersartiger (sensibler, psychischer) Reize (verbunden mit der Schreckvorrichtung Kn).

Der Stuhl, auf dem die Versuchsperson sitzt, läuft in Schienen, so daß die Versuchsperson dem Aufnahmeapparat beliebig genähert und beliebig weit von ihm entfernt werden kann.

Im allgemeinen stellten wir unsere Versuchsanordnung so ein, daß wir mit dieser gleichzeitig von beiden — nicht belichteten — Augen bei mittelheller Iris 12 Bilder in der Sekunde erhielten. Bei sehr dunkler Iris gelingt die kinematographische Aufnahme nicht. Sie gelingt gut bei solchen Augen, die in der *Martin*schen Augenfarbentafel[1]) etwa bei den Werten 8 bis 16 liegen. Um ein absolutes Maß für die Größe der Pupillen und ihres Wechsels zu erhalten, wurde ein auf der Stirn der Versuchsperson angebrachter, in Blech eingravierter Maßstab in jedem Fall mit photographiert.

Um ein möglichst vollständiges Bild der psychophysischen Reaktionen der Versuchsperson zu erhalten, wurde die vorstehend beschriebene Versuchsanordnung zur kinematographischen Registrierung des Pupillenspiels verbunden mit einer anderen Versuchsanordnung, die *O. Löwenstein* früher für die Analyse hysterischer Zustände benutzt hat, und die gestattet, den wechselnden Tonus der Körpermuskulatur, wie er sich in den Haltungskurven des Kopfes und der Extremitäten ausspricht, zugleich mit der Bauch- und Brustatmung zu registrieren. Diesem Zweck dienen die pneumographischen Kapseln, die unter sämtlichen Extremitäten angebracht und mit *Marey*schen Schreibkapseln am Kymographion verbunden sind[2]).

Um die Veränderungen der Pupillenweite anschaulich darzustellen, wurden die im Film erhaltenen Pupillenbilder nacheinander in dem gleichen Durchmesser, im allgemeinen dem Horizontaldurchmesser, gemessen. Die so erhaltenen Werte wurden als Ordinaten in ein Koordinatensystem eingetragen; die dabei gewonnenen Punkte wurden zu Kurven verbunden, und diese Kurven geben den Wechsel der Pupillenweite wieder, wie er sich spontan oder unter dem Einfluß

[1]) *R. Martin*, Lehrbuch der Anthropologie, S. 193 ff. Jena 1914.

[2]) Genaue Beschreibung: *O. Löwenstein*, Experimentelle Hysterielehre. Bonn 1923.

Digitized by Google

sensibler, sensorischer — insbesondere Lichtreize — oder psychischer Reize abspielt. In Abb. 7 ist diese Methode schematisch dargestellt; die in der oberen Zeile abgebildeten Kreise mit den Durchmessern a, b, c, d, e, ...m stellen von a bis k die sich kontrahierende, in l und m die sich wieder erweiternde Pupille dar; die Durchmesser a, b, c, d, e, ...m sind in 3facher Vergrößerung als Ordinaten eingezeichnet und ihre Spitzen durch eine freie Kurve verbunden. Diese Kurve veranschaulicht den Wechsel der Pupillenweite. Bei unseren wirklichen Messungen wählten wir nicht eine 3fache, sondern eine 30fache Vergrößerung.

Die vorstehende Versuchsanordnung gestattet die kinematographische Registrierung und nachfolgende graphische Darstellung des

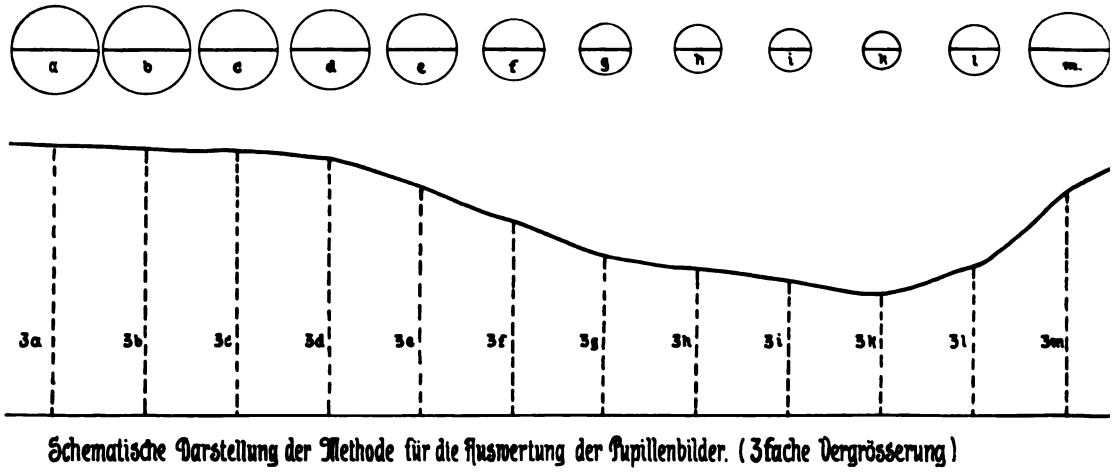


Abb. 7. **Schematische Darstellung der Methode für die Auswertung der Pupillenbilder.**

Pupillenspiels, wobei der Ausschaltung der bekannten Fehlerquellen besondere Sorgfalt gewidmet wurde. Sie gestattet, abstufbares Licht in das eine oder das andere oder auch gleichzeitig in beide Augen zu werfen und sowohl den direkten Lichtreflex als auch die gleichzeitig sich abspielende konsensuelle Reaktion zu photographieren, und zwar nicht nur in ihrer belichteten, sondern auch in ihrer unbelichteten Phase. Sie gestattet ferner, psychische und andere Reize gleichzeitig oder nacheinander zu registrieren, das gleichzeitig sich vollziehende Pupillenspiel zu photographieren und in Beziehung zu dem auslösenden Reiz zu setzen.

Die Abbildung 8 gibt in 16 Bildern, die dadurch gewonnen sind, daß aus einem Kinematogramm von 32 Bildern jedes zweite Bild

Digitized by Google

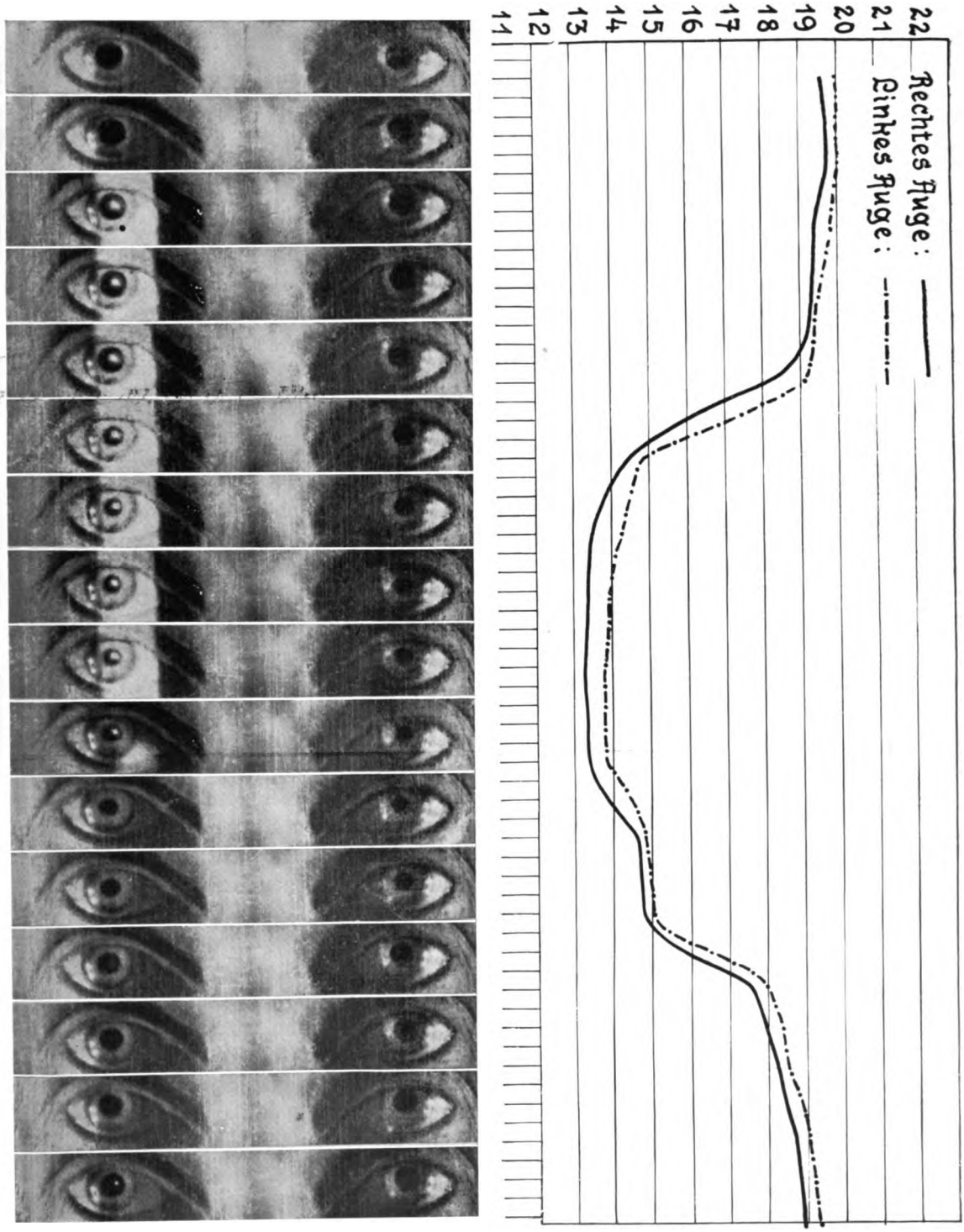


Abb. 8. Die unbelichtete Pupille (Bild 1—2), ihre direkte und konsensuelle Verengerung unter dem Einfluß eines Lichtreizes, der das rechte Auge trifft (Bild 3—14), ihre direkte und konsensuelle Wiedererweiterung (Bild 15—26). In der Abbildung ist je ein Bild ausgelassen, das heißt nur jedes zweite Bild des natürlichen Kinematogramms ist wiedergegeben.
Daneben die nach der Methode der Abb. 7 gewonnene Kurve des Pupillenspiels (30fache Vergrößerung).

Digitized by Google

herauskopiert wurde, das Verhalten der Pupille sowohl in ihrem durch Lichtreize nicht beeinflußten Zustande als auch unter der Einwirkung von Lichtreizen wieder. Die zwei ersten Bilder zeigen beide Augen im Ruhezustand; beim 3. Bild setzt ein das rechte Auge treffender Lichtreiz ein, der über die folgenden 12 Bilder, von denen nur 7 abgebildet sind, fortwirkt. Unter dem Einfluß dieses Lichtreizes macht die Pupille eine Verengerung durch, von der wir aus der in Abb. 8 wiedergegebenen, nach der oben beschriebenen Methode gewonnenen Kurve sehen, daß sie nicht absolut stetig ist, vielmehr in der Gegend des 5. bis 6. Bildes einen leichten Stillstand erfährt, um sich bis zum 9. Bild abermals stark zu kontrahieren und dann nach leichten Schwankungen, als nach dem 14. Bild der Lichtreiz aussetzte (vgl. hierzu Abb. 9, der die gesamte, d. h. die unverkürzte Bildfolge zugrunde liegt), in das Stadium der Wiedererweiterung einzutreten. Die in Abb. 8 wiedergegebenen Kontraktionskurven sind in der oben näher bezeichneten Weise gewonnen: Die Durchmesser der Pupillen wurden nacheinander ausgemessen, ihre Längen als Abstand von der Null-Linie in das Koordinatensystem eingezeichnet und die so entstandenen Punkte durch eine freie Kurve verbunden. Im allgemeinen stellen die von uns abgebildeten Kurven die 30fache Vergrößerung des wirklichen Vorganges dar. Dabei beträgt der zeitliche Abstand von einem Bild zum anderen $^1/_{12}$ Sekunde. Wenn man diesen Zeitabstand von $^1/_{12}$ Sekunde in der graphischen Darstellung einem horizontalen Abstand von 5 mm gleichsetzt und den vertikalen Abstand auf die oben erwähnte 30fache Vergrößerung bringt, erhält die Kurve der Abb. 8 die Form der Abb. 9. Da alle von uns abzubildenden Kurven in den gleichen Größenverhältnissen gezeichnet sind, die wir für die Abb. 7 angegeben haben, ist wohl die Abb. 9 unseren übrigen Kurven vergleichbar, nicht aber die Kurve der Abb. 8.

Gleichzeitig mit der Lichtreaktion der rechten Pupille wurde die konsensuelle Reaktion der linken Pupille registriert. Sie ist gestrichelt neben die Kontraktionskurve der rechten Pupille gezeichnet.

In der der Abb. 8 beigegebenen Kurve, die in Abb. 9 auf die von uns allgemein angewandten Normalmaße gebracht ist, ist für beide Pupillen sowohl die Verengerung als auch die Wiedererweiterung kurvenmäßig dargestellt. Die Verengerung bezieht sich auf Bild 3 bis 14, die Wiedererweiterung auf Bild 15 bis 36. Die Kurven der Verengerung und Wiedererweiterung wurden dadurch gewonnen, daß die Durchmesser der Pupillen nacheinander ausgemessen, daß ihr Abstand von der Nullinie in das Koordinatensystem eingezeichnet

Digitized by Google

und die so entstandenen Punkte durch eine freie Kurve verbunden wurden.

In den nachfolgenden Darstellungen der Pupillenreaktionen findet sich die Kurve der direkten Reaktion, d. h. die Kurve, die von dem belichteten Auge gewonnen wurde, ausgezeichnet, während wir die Kurve der konsensuell reagierenden Pupille strichelten.

Um die Gleichförmigkeit der Versuchsbedingungen zu verschiedenen Zeiten zu gewährleisten und so ein vergleichbares Material zu erhalten, wurden alle Experimente nach ein- und demselben Versuchsschema durchgeführt. Zunächst setzten wir in bestimmten, einander gleichen Zeitabschnitten Lichtreize von stets gleicher Intensität und Dauer; die Dauer des Lichtreizes betrug in jedem Fall 1 Sekunde. Wir begannen im allgemeinen damit, daß wir die Lichtreize auf das rechte Auge setzten, um dann nach einer Pause die gleiche Anzahl

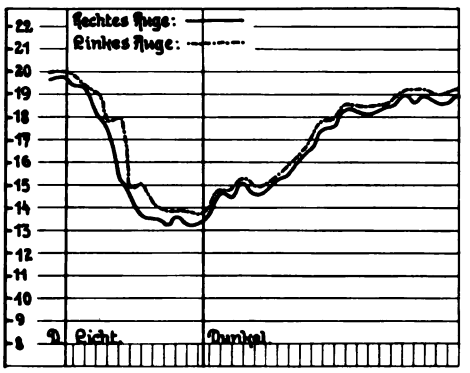


Abb. 9. Kurve der Abb. 8, in den Größenverhältnissen der folgenden Abbildungen dargestellt. I. Stadium der Ruhe (2 Bilder), II. Stadium der Kontraktion unter dem Einfluß der Belichtung (11 Bilder), III. Stadium der Wiedererweiterung (11 Bilder).

von Lichtreizen — im allgemeinen waren es 4—5 Lichtreize — auf das linke Auge zu setzen. Der jeweils erste Reiz innerhalb einer Reihe wird in unseren Abbildungen mit L_1 bezeichnet, die folgenden Reize mit L_2, L_3, L_4, ... L_n. Eine in unseren Abbildungen als L_1 bezeichnete Lichtreaktion stellt also die Reaktion auf einen in der Versuchsreihe erstmaligen Lichtreiz dar, L_2 die Reaktion auf den innerhalb seiner Reihe zweiten Reiz, L_n auf den n.ten Reiz innerhalb seiner Reihe. Wurde gleichzeitig mit dem Lichtreiz ein Schreckreiz gesetzt, so ist die Reaktion mit $L_1 + K$ bezeichnet, wenn der Lichtreiz in seiner Reihe der erste war, mit $L_2 + K$, $L_3 + K$, $L_4 + K$, ..., $L_n + K$, wenn es sich in der Reihe der Lichtreize um den 2., 3., ... n.ten Reiz handelt. Wurde ein Lichtreiz gesetzt, nachdem vorher ein Schreckreiz gesetzt worden war, so wurde die dadurch erzielte Reaktion mit „L nach K" bezeichnet.

Digitized by Google

Eine entsprechende Bezeichnung wählten wir für die Verbindung von Lichtreizen mit anderen psychischen Reizen. So bedeutet $L_1 + S$ die Verbindung eines Schmerzreizes mit einem in seiner Reihe ersten Lichtreiz, und entsprechend bedeutet $L_2 + S$, $L_3 + S \ldots$., $L_n + S$ die Verbindung eines Schmerzreizes mit dem in seiner Reihe an 2., 3., 4., ... n.ter Stelle stehenden Lichtreiz. „L_1 nach S" bedeutet die erste Lichtreaktion nach vorangegangenem Schmerzreiz. Entsprechend bedeutet

$$L_1 + F,\ L_2 + F,\ \ldots . L_n + F$$

die Kombination von Lichtreizen mit Furchtsuggestionen. Wo andere Reize als die hier genannten mit dem Lichtreiz verbunden wurden, da wurde die dabei angewandte Bezeichnung, die an Ort und Stelle näher erklärt ist, in völlig analoger Weise verwandt.

Wo sich innerhalb einer fortlaufenden Kurve eine Unterbrechung befindet, die durch ein L ausgefüllt ist, da besagt das, daß an dieser Stelle die Pupille deshalb nicht meßbar war, weil ein Lidschlag das Auge verdeckte.

III. Lichtreaktion der Pupille und Konstitution.

1. Der Ablauf der Lichtreaktion

Wenn die Netzhaut einen Zuwachs an Belichtungsintensität erfährt, verengert sich sowohl die zugehörige als auch die kontralaterale Pupille; erfährt die Netzhaut eine Abnahme an Belichtungsintensität, so tritt der umgekehrte Vorgang ein, d. h. beide Pupillen erweitern sich. Die Verengerung bzw. Erweiterung der belichteten Pupille bezeichnet man als den direkten Lichtreflex; diejenige der kontralateralen Pupille als den indirekten oder konsensuellen Lichtreflex.

Der direkte Lichtreflex wird allgemein als echter Reflex aufgefaßt, d. h. als ein Bewegungsvorgang, der nach angemessener Latenzzeit durch physikalische — sensorische — Reize ausgelöst wird. Die Form und das Ausmaß des Bewegungserfolges hängen ab von der Intaktheit der afferenten und efferenten Bahnen. Die Dauer des Latenzstadiums wird von den verschiedenen Autoren verschieden angegeben. *Arlt* bestimmt sie auf 0,49 Sekunden, *Pilz* auf 0,2—0,3, *Garten* und *Fuchs* auf 0,5, *Albrecht* auf 0,29 und *Weiler* auf 0,2 Sekunden[1]). An diesen Latenzzeiten fällt einmal die ungeheure Länge auf — sie beträgt das fünf- bis zehnfache der Latenzzeiten, wie wir

[1]) Zit. nach *C. Behr*, Die Lehre von den Pupillenbewegungen. Berlin 1924, S. 20 ff.

Digitized by Google

sie für den Sehnenreflex kennen —, sodann fällt die starke Differenz auf, die zwischen den Angaben der verschiedenen Autoren besteht, die untereinander um 100—200 Proz. differieren. Wir werden zu untersuchen haben, ob diese Unterschiede auf Beobachtungsfehlern beruhen, oder ob sie der Ausdruck individueller und möglicherweise konstitutionsbedingter Schwankungen sind. Auf das Latenzstadium folgt — wie bei jedem Reflex — die eigentliche Reflexbewegung, beim Lichtreflex der Pupille also die Verengerung. Die Verengerung vollzieht sich nach *Behr*[1]) zunächst rasch und ausgiebig; „sodann langsamer und erreicht nach einer bestimmten Zeit ein Maximum, an das sich eine kurz dauernde, geringe Erweiterung (die sogenannte sekundäre Erweiterung) anschließt, nach der sich die Pupille wieder verengt und zwar etwas stärker als vorher. Darauf folgt ein allmählich abklingendes Hin- und Herschwanken des Irissaumes (Nachzittern), das allmählich bei gleichbleibender Lichteinwirkung in eine Pupillenerweiterung und schließlich in die physiologische Pupillenweite überleitet". *Behr* selbst hat diesen Ablauf nicht graphisch dargestellt.

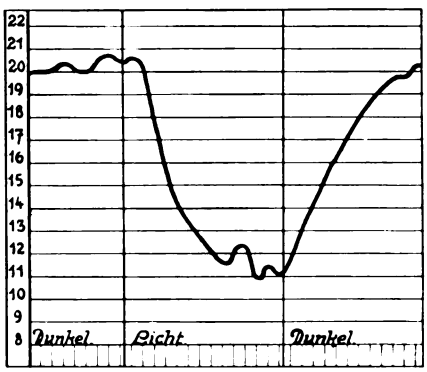


Abb. 10. Schematische Darstellung des Ablaufes der Lichtreaktion der Pupille auf Grund der Angaben von C. Behr.

Würde man, was natürlich bei dem Mangel an exakten Unterlagen nur sehr ungenau möglich ist, auf Grund dieser Beschreibung eine solche graphische Darstellung versuchen, so würde man etwa zu dem Bild der Abb. 10 gelangen. Es fragt sich, ob dieses Bild wirklich und *allgemein* die Lichtreaktion der Pupille wiedergibt.

In der Tat müssen wir feststellen, daß Kontraktionsformen von der Art, wie sie in Abb. 10 schematisch nach *Behr* dargestellt sind, *gelegentlich* in der Natur vorkommen. In Abbildung 11 ist eine solche Form wiedergegeben. Aber wir müssen zugleich auch feststellen, daß Reaktionsformen, die in so weitem Maße, das heißt in eben so vielen

[1]) l. c. S. 21.

Digitized by Google

Einzeleigenschaften, wie das die Reaktionsform der Abb. 11 tut, mit dem Schema in Abb. 10 übereinstimmen, nicht eben häufig sind. Wir haben unter unserem Material regelrecht suchen müssen, ehe wir eine Form fanden, die in so weitem Maße mit dem Schema übereinstimmt, wie die Kurve der Abb. 11 das tut.

Welches ist nun aber die *„Normal"form?*

Auf diese Frage können wir eine einheitliche Antwort nicht geben. *Es kommt eben nicht eine Normalform vor, sondern es kommen mehrere Typen vor, in die die verschiedenen „Normal"formen sich aufteilen.* Wenn wir die von *C. Behr* angegebenen Kriterien zugrunde legen, so gibt es neben den Formen, die mit einer schnellen Kontraktion beginnen, auch solche, die mit einer langsamen Kontraktion beginnen, dergestalt, daß die Kontraktionsgeschwindigkeit langsam oder allmählich zunimmt. Was fast allen Formen gemeinsam ist, ist die Tatsache, daß überhaupt ein *Wechsel der Kontraktionsgeschwindigkeit* statthat. Nur in relativ seltenen Fällen bleibt die Kontraktionsgeschwindigkeit in allen Phasen dieselbe.

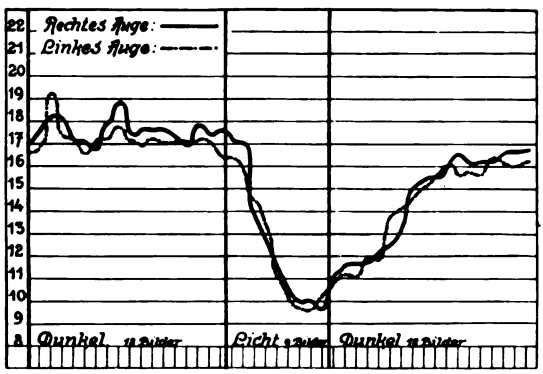


Abb. 11. Natürliche Form der Lichtreaktion der Pupille, die ungefähr der von C. Behr getroffenen Feststellung entspricht. Die Kurve wurde nach der in Abb. 7—9 dargestellten Methode gewonnen, indem insgesamt 45 Einzelbilder gemessen wurden und zwar 18 im Stadium der Ruhe, das der Belichtung voranging; 9 Bilder im Kontraktionsstadium (Stadium der Belichtung), 18 Bilder im Stadium der Wiedererweiterung.

Eine Unterbrechung der Gleichförmigkeit der Kontraktion, die sich in der Kurve als Abknickung darstellt, besteht fast überall; in dem einen Falle ist sie sehr ausgesprochen, in dem anderen Falle aber nur angedeutet. Auch die Latenzzeiten sind außerordentlich verschieden. Zwar können wir mit unserer kinematographischen Methode, bei der der Film sich ruckweise fortbewegt, nur solche Latenzzeiten messen, die größer sind als der Zeitabstand, der zwischen zwei aufeinander folgenden Bildern liegt. Nun war es zwar möglich, mit unserer Versuchsanordnung maximal etwa 60 Bilder in der Sekunde zu erhalten; im allgemeinen aber begnügten wir uns mit 10—16 Bildern in der Sekunde, so daß wir bei der großen Mehrzahl der von uns unter-

Digitized by Google

suchten Fälle nur solche Latenzzeiten messen konnten, die größer als $^1/_{10}$—$^1/_{16}$ Sekunde waren. Vorgänge, die sich in Zeiträumen abspielten, die kürzer waren, konnten also unter Umständen für unsere kinematographische Registrierung ganz ausfallen; daraus ergibt sich für unsere Bestimmungen von Latenzzeiten ein Beobachtungsfehler von maximal — 0,06—0,1 Sek., und diesen Fehler konnten wir nur dadurch ausgleichen, daß wir Bild und Reizmomente gleichzeitig auf einem kontinuierlich sich fortbewegenden Kymographion registrierten. Eine weitere Fehlerquelle ist darin gelegen, daß der Beginn der Belichtung in eine Kontraktionsphase der Pupillenunruhe oder eines Hippus hineinfällt, so daß die reflektorisch erfolgende Kontraktion einfach als Fortsetzung der Kontraktionsphase der Pupillenunruhe oder gar des Hippus erscheint. In einem solchen Falle erscheint das Latenzstadium zu kurz und ist nicht zu verwerten. Man kann daher aus unseren Kurven nur dann auf die Länge der Latenzzeiten schließen, wenn man erstens den Gesamtverlauf berücksichtigt, den die Pupillenunruhe vorher genommen hat, und wenn man zweitens die Latenzzeit nicht aus einem einzigen Reflexablauf abzulesen versucht, sondern die Mittelwerte aus einer größeren Anzahl von Reflexabläufen errechnet. Wenn man diese Fehlerquellen berücksichtigt, so gelangt man zu der Ansicht, daß die Latenzzeit eine individuelle Eigenschaft ist, die — wie *Löwenstein* auch an später zu veröffentlichenden Zwillingsuntersuchungen zeigen wird — als Ausdruck der Konstitution anzusehen ist. Die größten Latenzzeiten, die wir messen konnten, betrugen 0,2 Sekunden, die kleinsten Latenzzeiten lagen unterhalb von 0,06 Sekunden; die Feststellung, wieviel sie unterhalb von 0,06 Sekunden lagen, konnten wir — wie wir schon oben begründet haben — nach unserer Methode nicht treffen, da diese Feststellung jenseits der Grenzen unserer Fehlerquellen lag. Wenn wir — wozu wir nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit berechtigt sind — annehmen, daß der Beginn der Belichtung durchschnittlich $^1/_{32}$ Sekunde vor dem ersten belichteten Bilde gelegen ist, und daß die wirkliche Kontraktion im allgemeinen ebenfalls $^1/_{32}$ Sekunde vor demjenigen Bild eintritt, auf dem erstmalig eine Kontraktion sichtbar wird, so gleicht sich praktisch der Fehler unserer Messung aus, wofern wir nur eine genügend große Anzahl von Einzelvorgängen messen und zugleich ausreichend die zweite Fehlerquelle berücksichtigen, von der wir soeben gesprochen haben, die sich aus dem zufälligen Zusammentreffen der Kontraktionsphasen eines Hippus oder der normalen Pupillenunruhe mit dem Eintritt der Belichtung ergeben. Wir errechneten aus unserem Material eine Latenzzeit, deren größte Häufig-

Digitized by Google

keit etwa bei 0,06 Sekunden gelegen ist. In der nachstehenden Abbildung 12 ist die variationsstatistische Auswertung wiedergegeben. Da das Maximum der Variationskurve beim kleinsten Werte gelegen ist, ist es wahrscheinlich, daß wir überhaupt nur den einen (rechten) Schenkel der *Gauss*schen Kurve vor uns haben. Das wirkliche Maximum der *Gauss*schen Kurve liegt also entweder bei 0,06 oder noch darunter, das heißt in der Kurve der Abb. 12 nach links verschoben.

Wir stellen also fest, daß *die Latenzzeit für den Lichtreflex der Pupille bei 0,06 Sekunden oder unterhalb dieser Größe liegt.* Die Latenzzeit eines Lichtreflexes der Pupille ist also möglicherweise

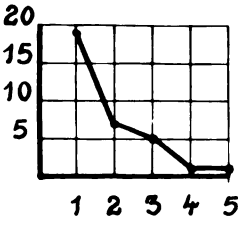


Abb. 12. **Variationskurve der Latenzzeiten des Lichtreflexes der Pupille.**

geringer als diejenige des Patellarsehnenreflexes, sicherlich aber nicht größer. Das ist eine Feststellung, die aus theoretisch-physiologischen Erwägungen heraus ohne weiteres einleuchtet; der bisher angegebene höhere Wert von 0,2 Sekunden und darüber wurde der Anlaß zu Theorienbildungen, die an sich schon wenig wahrscheinlich schienen[1]), denen aber durch unsere Feststellung auch die Ausgangsbasis entzogen wird.

Wenn wir auch für die überwiegende Mehrzahl der Fälle feststellen konnten, daß die Latenzzeit für den Lichtreflex 0,06 Sekunden betrug, so bleiben doch hochgradige individuelle Schwankungen; im Extrem sahen wir in einem Falle die Latenzzeit auf 0,25 Sekunden anwachsen. Daß alle anderen Autoren wesentlich höhere Zahlen für die Latenzzeit gefunden haben, erklärt sich vielleicht aus der Tatsache, daß wir bei unseren Berechnungen nur den in der Reihe unserer Untersuchungen jeweilig ersten Lichtreflex berücksichtigten, da wir die bereits an anderer Stelle von dem einen von uns[2]) veröffentlichte Tatsache in Rechnung stellten, daß bei schnell aufeinander folgenden Wiederholungen der Belichtung die Latenzzeit relativ schnell und zwar in dem gleichen Maße zunahm, in dem der Lichtreflex selbst ermüdete. Wir konnten Fälle beobachten, in denen bei

[1]) Vergl. *Behr*, l. c., Seite 20.

[2]) Vergl. hierzu: *O. Löwenstein*, Über die sogenannte paradoxe Lichtreaktion der Pupille. Monatsschr. f. Psychiatrie u. Neurologie, Bd. 46, 1927.

Digitized by Google

der dritten Belichtung des gleichen Auges die Latenzzeit sich von 0,09 Sekunden auf 0,18 Sekunden vermehrt hatte. Jede Belichtung hatte $^1/_2$ Sekunde gedauert, die Pause zwischen je zwei Belichtungen je $1^1/_2$ Sekunden, so daß die Steigerung der Latenzzeit auf das Doppelte bereits nach 4 Sekunden erreicht war. Übrigens ist die Disposition zur schnellen Verlängerung der Latenzzeiten unter dem Einfluß der Ermüdung und die schnelle Entwicklung von paradoxen Reaktionen unter den gleichen Bedingungen ebenfalls Ausdruck der Konstitution und von Fall zu Fall verschieden[1]).

Es erhebt sich die Frage, ob diejenigen Lichtreaktionen, die durch längere oder kürzere Latenzzeiten gekennzeichnet sind, im übrigen einen Verlauf nehmen, dessen Form in irgendeiner Abhängigkeit steht von der Länge der Latenzzeit. Um diese Frage zu entscheiden, haben wir in einer größeren Anzahl von Fällen Ausgangsweite, Kontraktionsgrad und mittlere Kontraktionsgeschwindigkeit gemessen und in Beziehung zu setzen versucht zu der Größe der gleichzeitig festgestellten Latenzzeit. Die nachstehende Tabelle gibt einige Resultate solcher Messungen wieder; alle Zahlen beziehen sich auf die gleiche Belichtungszeit, sind also unmittelbar miteinander zu vergleichen, wofern man nur die verschiedenen Weiten in Rechnung stellt, die die Pupillen bei Beginn der Belichtung hatten:

Weite bei Beginn der Belichtung	Kontraktionsgeschwindigkeit (= Größe des Kontraktionsweges bei gleichen Zeiten)	nach der gleichen Belichtungszeit erreichte Weite	Latenzzeit in $^1/_{16}$ Sek.	Maß der Kontraktion in Prozent der Pupillenweite bei Beginn der Belichtung	
21,8	7,3	14,5	3	0,67	33
20,5	10,0	10,5	1	0,51	49
20,5	5,5	15,0	3	0,73	27
20,5	7,2	13,3	1	0,65	35
20,5	8,8	11,7	3	0,57	43
20,5	8,5	12,0	2	0,59	41
20,2	6,2	14,0	4	0,69	31
20,0	6,8	13,2	1	0,66	34
20,0	6,5	13,5	1	0,68	32
20,0	8,0	12,0	1	0,60	40
20,0	7,8	12,2	2	0,61	39
20,0	9,8	10,2	2	0,51	49
19,8	6,3	13,5	2	0,68	32

[1]) Vergl. hierzu: *O. Löwenstein*, a. a. O.

Digitized by Google

Weite bei Beginn der Belichtung	Kontraktionsgeschwindigkeit (= Größe des Kontraktionsweges bei gleichen Zeiten)	nach der gleichen Belichtungszeit erreichte Weite	Latenzzeit in $^1/_{16}$ Sek.	Maß der Kontraktion in Prozent der Pupillenweite bei Beginn der Belichtung	
19,8	8,0	11,8	1	0,60	40
19,8	9,3	10,5	3	0,53	47
19,8	9,6	10,2	2	0,51	49
19,7	7,0	12,7	2	0,65	35
19,5	8,5	11,0	2	0,56	44
19,5	7,5	12,0	2	0,64	36
19,3	6,1	13,2	1	0,68	32
19,2	9,7	9,5	1	0,49	51
19,0	10,0	9,0	1	0,47	53
18,5	8,5	10,0	1	0,54	46
17,5	8,0	9,5	2	0,55	45
17,0	8,0	9,0	2	0,53	47
16,4	8,0	8,4	3	0,51	49
15.5	7,0	8,5	1	0,55	45
14,8	4,8	10,0	1	0,67	33
13,0	5,5	7,5	1	0,58	42

Die Tabelle zeigt:

1. Die Länge der Latenzzeit ist unabhängig von der absoluten Weite der Pupille vor Beginn der Belichtung.

2. Die Latenzzeit steht in keiner erkennbaren Beziehung zur Ausgiebigkeit der Lichtreaktion.

3. Latenzzeit und Kontraktionsgeschwindigkeit der reagierenden Pupille sind unabhängig voneinander.

Es fragt sich weiter, ob vielleicht zwischen der Länge der Latenzzeit und der Form, in der sich die Kontraktion vollzieht, Beziehungen bestehen. Ein Blick auf unser Kurvenmaterial lehrt uns, daß häufig gleiche Latenzzeiten mit den allerverschiedensten Reaktionsformen verbunden sind, während umgekehrt gleiche Reaktionsformen sehr häufig mit extrem verschiedenen Latenzzeiten kombiniert sind.

Hieraus folgt: *Die verschiedenen Latenzzeiten, die wir bei verschiedenen Individuen auffinden, stehen in keinem erkennbaren Zusammenhang zu irgendwelchen Qualitäten des Reflexablaufs selbst. Sie sind* — wie *O. Löwenstein* an Hand von Zwillingsuntersuchungen an anderer Stelle zeigen wird — *unmittelbarer Ausdruck konstitutioneller Eigentümlichkeiten.*

Digitized by Google

2. Die Form der Lichtreaktion und ihre verschiedenen Typen

Wie wir bereits feststellten, folgt bei Belichtung der Pupille auf eine individuell verschieden lange Latenzzeit das Stadium der Kontraktion. Die Kontraktion vollzieht sich nicht stetig. Die Stetigkeit des Ablaufs wird im allgemeinen unterbrochen, und diese Unterbrechung dokumentiert sich in der graphischen Darstellung als Abknickung. Diese Abknickung kann sowohl im oberen als auch im mittleren als schließlich auch im unteren Drittel des Kontraktionsschenkels gelegen sein. Wir haben in ihr eine Analogie vor uns zu einem Verhalten, das *Weiler* und andere auch an dem Patellarsehnenreflex beobachtet haben, und das einem Hemmungs- oder Bremsungsfaktor seine Entstehung verdankt. Oft ist diese Abknickung in einem so geringen Grade ausgebildet, daß sie in der Kurve nicht mehr als Abknickung, sondern nur noch als geringe Richtungsänderung des absteigenden Kontraktionsschenkels in die Erscheinung tritt. Diese Richtungsänderung ist Ausdruck für eine Verlangsamung oder Beschleunigung der Kontraktion. Im allgemeinen bleibt auch nach Beendigung dieser „Abknickung" noch eine Geschwindigkeitsänderung gegenüber dem Bewegungszustande im ersten Teile der Kontraktion bestehen, häufig im Sinne einer Verlangsamung, in manchen Fällen aber auch im Sinne einer Beschleunigung; doch ist die Verminderung der Geschwindigkeit nach Eintritt der Abknickung häufiger als die Vermehrung. Hat die Kontraktion ihr Maximum erreicht, so tritt eine Wiedererweiterung ein, falls die Belichtung der Netzhaut, durch welche der Lichtreflex ausgelöst wurde, erlischt. Dauert die Belichtung jedoch fort, so kann man häufig beobachten, daß der Irissaum in mehr oder weniger gleichmäßige Schwingungen gerät, während sich die Pupille allmählich weiter verengert, gelegentlich auch in geringem Grade wieder erweitert.

In der Abbildung 13 sind fünf aufeinanderfolgende Belichtungsphasen von zunächst zunehmender, dann wieder abnehmender Dauer wiedergegeben. Wir sehen in der ersten Belichtungsphase, die 10 kinematographische Einzelaufnahmen umfaßt, nach relativ langer Latenzzeit, während welcher die Pupille eine scheinbare, durch einen Hippus vorgetäuschte Erweiterung durchmacht, eine schnelle Verengerung der Pupille. Nach dem fünften kinematographischen Bilde findet sich innerhalb der ersten Phase L_1 eine ausgesprochene Abknickung im Kontraktionsschenkel; nach dieser Abknickung wird die Kontraktion zunächst deutlich langsamer, dann aber wieder schneller, um schließlich gegen das Ende der Belichtungsphase die

Digitized by Google

Kontraktionsbewegung ganz einzustellen. Nachdem die Pupille ihre größte Enge erreicht und kurze Zeit festgehalten hat, erfolgt beim Fortfall des Lichtreizes eine prompte und stetige Wiedererweiterung bis zu annähernd derjenigen Weite, die vor Beginn der Belichtung bestanden hatte. Noch bevor die ursprüngliche Weite wieder erreicht war, setzte die Pupillenunruhe ein, und zwar in der gleichen Form, in der sie bestanden hatte, bevor der Lichtreiz das Auge traf; Kon-

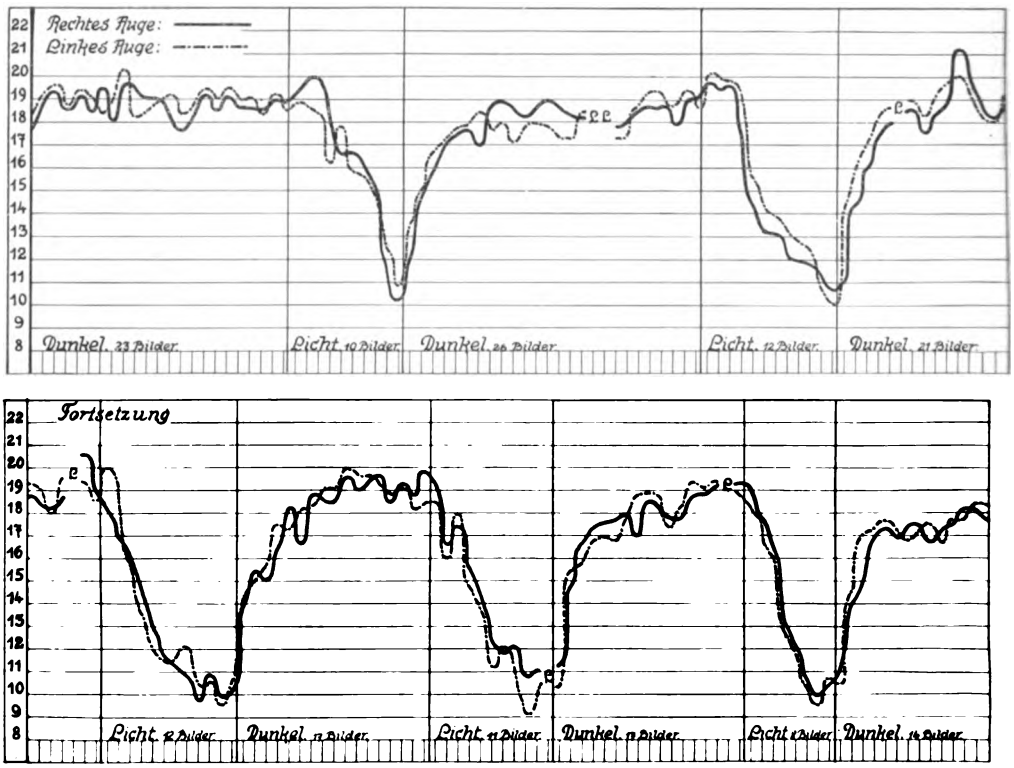


Abb. 13. **Fünf schnell aufeinander folgende Lichtreflexe der Pupille; Typus I.**

Die fünf auslösenden Lichtreize waren an Intensität einander völlig gleich, an Dauer aber in geringem Grade verschieden.

Prompte und ausgiebige Kontraktionen mit der typischen „Abknickung" im Kontraktionsschenkel: prompte Wiedererweiterung.

Keine Ermüdungserscheinungen trotz schneller Reizfolge. Die in den einzelnen Reflexverläufen hervortretenden Verschiedenheiten sind Folge der Auswirkung psychischer Faktoren.

traktion und Wiedererweiterung erfolgen auffallend rasch. — Der zweite abgebildete Lichtreflex wurde ausgelöst, nachdem der erste Reflex seit etwa 10 Sekunden abgelaufen war. Bei ihm erfolgt die Kontraktion nach einer längeren Latenzzeit; sowohl Kontraktion als auch Erweiterung erfolgen — ebenso wie bei dem dritten ab-

Digitized by Google

gebildeten Reflex — ebenfalls prompt. Die Abknickung, die in dem ersten Reflex sehr ausgesprochen war, tritt hier später auf als beim ersten Reflex, jedoch — vielleicht als Folge der längeren Dauer der Belichtung — sieht man hier eine zweite Abknickung sich ausbilden. In dem dritten wiedergegebenen Reflex, bei dem die Belichtung noch länger andauert, rückt die Abknickung noch weiter gegen das Ende der Kontraktion; hier bildet sich eine sehr deutlich ausgesprochene Nachschwingung der Iris auf dem Höhepunkte der Kontraktion aus. Bei diesem dritten Lichtreflex treten die Bewegungen der Pupillenunruhe bereits wieder auf, als sich der aufsteigende Schenkel erst wieder zu halber Höhe erhoben hat. Der vierte Reflex zeigt die Abknickungen wieder deutlicher, während die Form des fünften wesentlich glatter ist, sich insofern mehr der Form des ersten Reflexes annähert. Wenn auch in diesen fünf Lichtreflexen, die von dem gleichen Individuum stammen, die einzelnen Qualitäten der auf- und absteigenden Kurve große Verschiedenheiten aufweisen, so bleibt allen Reflexen doch das Eine gemeinsam, daß sowohl das Tempo der Verengerung als auch das der Erweiterung im großen und ganzen das gleiche bleibt. Die dennoch vorhandenen Verschiedenheiten verdanken — wie weiter unten noch ausführlich zu erörtern sein wird — wahrscheinlich psychischen Faktoren ihre Entstehung. Da das spontane Auftreten psychischer Faktoren sich beim Menschen nie vermeiden läßt — sie sind Folge- beziehungsweise Begleiterscheinung der dauernd spontan sich abspielenden psychischen Vorgänge — erhalten wir beim Menschen in aufeinander folgenden Reaktionen Formen, die einander fast niemals völlig gleichen; im Gegensatz zu den Formen, die wir zum Beispiel bei der Katze erhalten, wo wir sehr viel weitergehende Übereinstimmungen antreffen.

Ausmaß und Tempo von Verengerung und Wiedererweiterung sind diejenigen Eigenschaften, in denen sich Momente der psychophysischen Konstitution am unmittelbarsten manifestieren. Sie bleiben trotz gewisser Verschiedenheiten im wesentlichen für die gleiche Persönlichkeit konstant, so oft man bei ihr unter gleichen Bedingungen den Lichtreflex auslöst. Die Verschiedenheiten, die der Ablauf im einzelnen in den fünf Fällen der Abb. 13 zeigt, ist — wie wir schon feststellten — nicht auf Ermüdungsfaktoren zurückzuführen, sondern auf psychische Faktoren, die in den an und für sich rein durch somatische Momente bestimmten Ablauf eingreifen. Daß es sich tatsächlich nicht um Ermüdungsfaktoren handelt, die den Ablauf im einzelnen modifizieren, ergibt sich für den vorliegenden Fall aus der Tatsache, daß

Digitized by Google

auch die beiden folgenden ebenfalls noch mit abgebildeten vierten und fünften Lichtreaktionen die gleiche Promptheit und Ausgiebigkeit behalten, wie die erste Reaktion sie gezeigt hat.

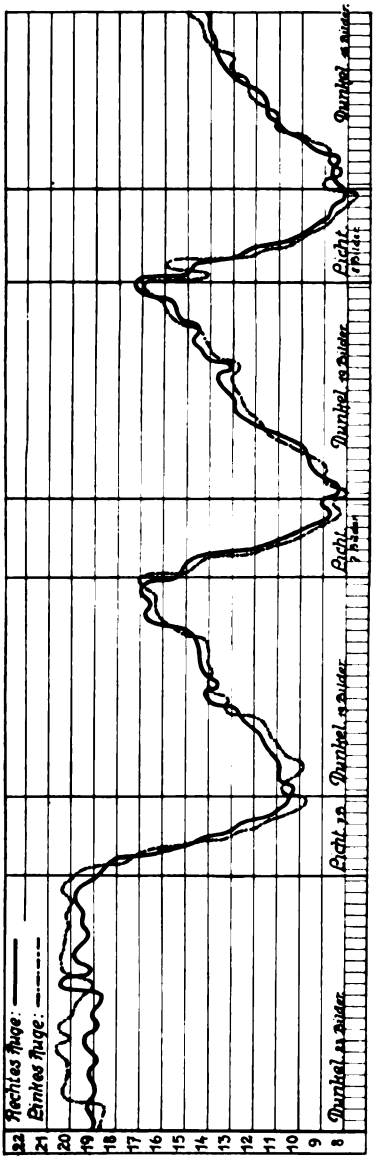


Abb. 14. **Drei schnell aufeinander folgende Lichtreflexe der Pupille. Typus II.**
Die drei auslösenden Lichtreize waren an Intensität und Dauer einander völlig gleich. Prompte und ausgiebige Kontraktion, aber relativ langsame Wiedererweiterung. Der Wiedererweiterungsschenkel zeigt relativ frühzeitig die Schwankungen der Pupillenunruhe.

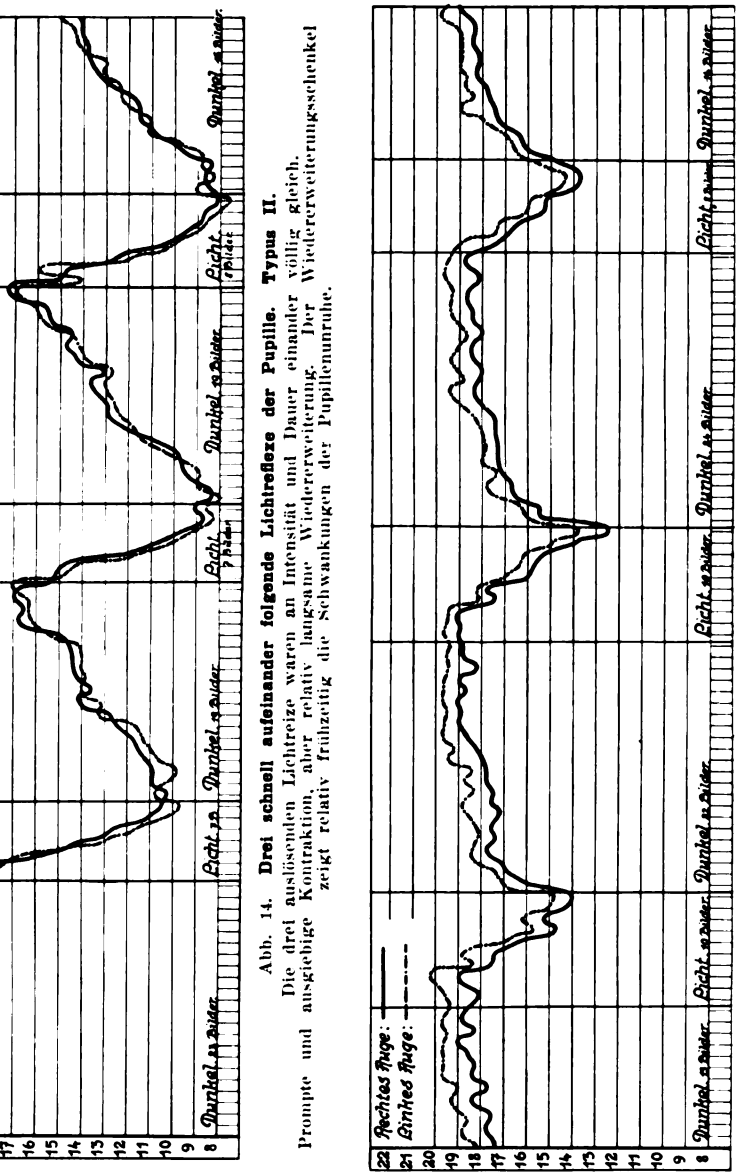


Abb. 15. **Drei schnell aufeinander folgende Lichtreflexe der Pupille. Typus III.**
Die drei auslösenden Lichtreize waren an Intensität einander völlig gleich, an Dauer war der dritte Reiz etwas kürzer als die beiden ersten. Langsame und nicht sehr ausgiebige Kontraktion, prompte Wiedererweiterung. Lange Latenzzeit der beiden ersten Reflexe, kurze Latenzzeit des dritten Reflexes.

Ein zweiter Typ der Lichtreaktion ist in Abb. 14 (1, 2 und 3) wiedergegeben. Dieser Reaktionstyp stimmt mit demjenigen der Abb. 13 insofern überein, als auch hier die Kontraktion prompt er-

Digitized by Google

folgt und ebenso ausgiebig ist. Dahingegen ist die Wiedererweiterung außerordentlich träge; sie erfolgt sehr langsam und ist von Anbeginn an durch die Bewegungen der Pupillenunruhe kompliziert; diese treten freilich bei Beginn der Wiedererweiterung in geringem Grade und erst in dem letzten Teile der Wiedererweiterung mit großer Intensität auf.

Das Beispiel einer sehr langsamen Verengerung und sehr prompten Wiedererweiterung finden wir in Abb. 15, bei der das Stadium der Verengerung sich an eine sehr lange Latenzzeit anknüpft und eine ausgiebige Abknickung am Schlusse des dritten Drittels der Kontraktionsphase erfährt.

Der vierte Typ ist in Abb. 16 wiedergegeben. Er ist gekennzeichnet durch träge und relativ unausgiebige Verengerung und ebenso träge und unausgiebige Erweiterung.

Dieser vierte Typ ist uns im Hinblick auf manche unten zu erörternden pathologischen Fälle außerordentlich wichtig. Er ist sowohl bei weiter als auch bei enger Ausgangspupille anzutreffen.

Er führt im Extrem zu außerordentlich flachen Reflexformen. In Abb. 17 ist eine solche Form wieder-

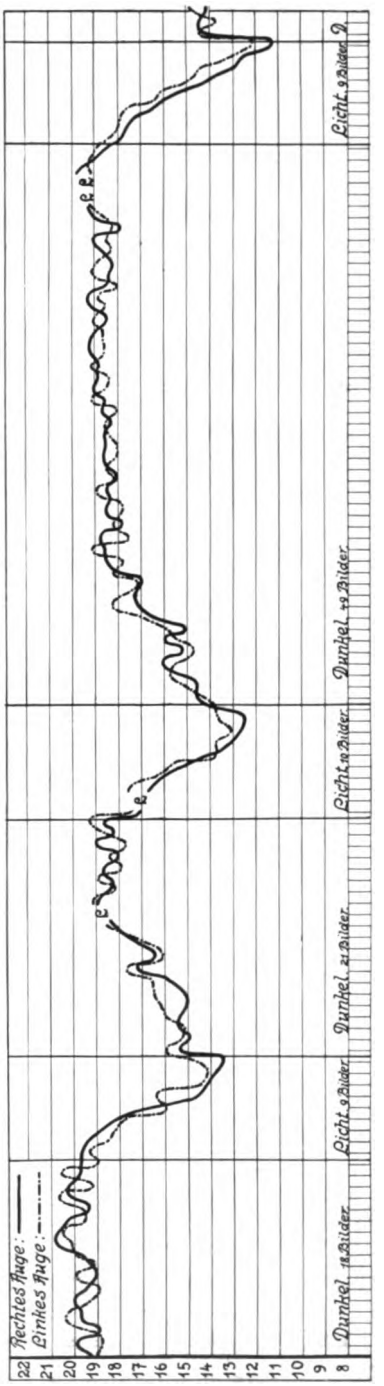


Abb. 16. **Drei aufeinander folgende Lichtreflexe der Pupille. Typus IV.**

Die Pause zwischen zweitem und drittem Lichtreiz war länger als diejenige zwischen erstem und zweitem Reiz.
Träge und relativ unausgiebige Verengerung, träge Wiedererweiterung. Pupillenunruhe durchsetzt stark den Wiedererweiterungsschenkel.

Digitized by Google

gegeben. *Von ihr leiten fließende Übergänge zu gewissen pathologischen Formen über.*

Überblickt man die hier abgebildeten Lichtreflexformen noch einmal und vergleicht sie mit dem übrigen Material, das uns zur Verfügung steht, so läßt sich feststellen, daß *erstens* jede Persönlichkeit eine ihr zukommende Form des Gesamtverlaufs hat, und daß diese Form selbst bei häufigen und schnell aufeinander folgenden Reflexauslösungen noch lange in ihren wesentlichen Eigenschaften

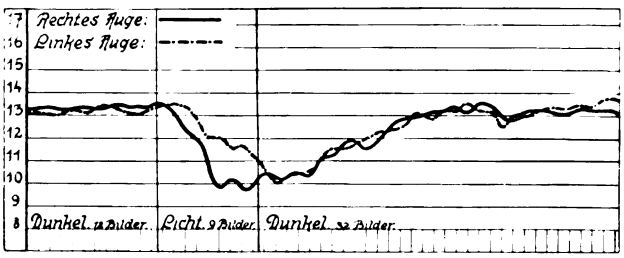


Abb. 17. **Außerordentlich flache Reflexform vom Typus IV.**

erhalten bleiben. *Zweitens:* Innerhalb der bei der gleichen Persönlichkeit zu beobachtenden Reflexformen finden sich Differenzen, die nicht somatischen, insbesondere nicht auf Ermüdung zu beziehenden Faktoren, sondern psychischen Momenten ihre Entstehung verdanken. Diese psychischen Momente werden weiter unten Gegenstand ausführlicher Betrachtung sein.

3. Die Erscheinungen der Ermüdung.

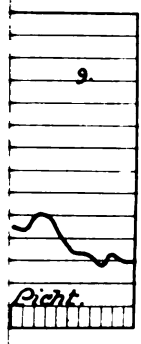
Über die Ermüdungserscheinungen, die sich an den Lichtreflexen der Pupille abspielen, finden sich in der Literatur nur sehr spärliche Angaben. *Schlesinger*[1]) gibt an, daß häufige Wiederholungen des Lichtreizes zu einer Ermüdung des Reflexes führen, die sich vor allem in einer Zunahme der Reflexzeit zeige. Nach *Behr* machen sich diese Ermüdungserscheinungen allerdings nur dann bemerkbar, wenn immer nur genau die gleiche Stelle der Retina im gleichen räumlichen Umfang und in gleicher Stärke gereizt wird, und wenn das Reizlicht jedesmal die gleiche Wellenlänge besitzt.

Ausführlichere Untersuchungen über die Ermüdungserscheinungen an dem Lichtreflex der Pupille hat *O. Löwenstein* schon früher

[1]) Zit. nach *Behr*, a. a. O., S. 21.

Digitized by Google

Digitized by Google



Pupillenreflexes

13 waren
Reiz. Die
reise als
nare Erweiterung.

mal er-
reize. Die-
rherge-

und die

Digitized by Google

angestellt[1]). Nach *Löwenstein* behält die Lichtreaktion bei kontinuierlicher Wiederholung der gleichen Reize zunächst im großen und ganzen ihre ursprüngliche Kontraktionsform, wobei die Kontraktion freilich an Ergiebigkeit langsam abnimmt. Allmählich aber geht die ursprüngliche Form verloren; am Ende einer längeren Reihe von Reizen ist eine allmähliche Erschöpfung der Reaktionsfähigkeit eingetreten. Wenn die Erschöpfung ein gewisses Übermaß erreicht hat, schlägt die Reaktion um, das heißt an die Stelle der Kontraktion auf Lichteinfall tritt eine Erweiterung auf Lichteinfall, eine „paradoxe Reaktion". Die Erschöpfung tritt um so schneller ein, je schneller man die einzelnen Lichtreize aufeinander folgen läßt. Als Vorstufe für das Auftreten der „paradoxen" Erweiterung sieht man regelmäßig die Verlängerung der Latenzzeit; in einem späteren Stadium findet sich gelegentlich eine kurze primäre Verengerung mit nachfolgender Erweiterung und erst im Stadium äußerster Erschöpfung die primäre Erweiterung. Bei sehr schneller Reizfolge kann man dieses Stadium höchster Erschöpfung oft schon sehr schnell herbeiführen, unter Umständen schon beim dritten oder vierten Reiz. Wir wollen diese Vorgänge an Hand des uns vorliegenden Tatsachenmaterials nachprüfen und erweitern.

In den Figuren der Abb. 18 ist ein solcher Erschöpfungsvorgang wiedergegeben. In schneller zeitlicher Folge wurden 13 Lichtreize gesetzt. Der erste Lichtreiz war von sehr langer Dauer, während die folgenden Lichtreize sehr viel kürzer, aber untereinander von annähernd gleicher Dauer waren. Aufgezeichnet ist in Abb. 18 in jedem Fall nur das Kontraktionsstadium oder — besser gesagt — das Verhalten der Pupille während der Dauer der Belichtung. Wir sehen als Erfolg des ersten Lichtreizes, wie nach angemessener Latenzzeit eine typische Kontraktion einsetzt, die schließlich in die bekannten Irisschwingungen ausmündet. Bis zum fünften Lichtreiz hat sich die Latenzzeit wesentlich verlängert; beim sechsten Lichtreiz folgt auf eine kurze Kontraktion eine deutliche Erweiterung, während vom siebenten Lichtreiz ab die Reaktion regelmäßig mit einer Erweiterung beginnt, an die sich erst sekundär eine Verengerung anschließt. Die extrem verengte Pupille erweiterte sich aber sofort maximal, als nach dem 13. Reiz ein Knall ertönte, über den die Versuchsperson stark erschrak. Die durch Lichtreize zunächst extrem verengte, dann aber durch einen Schreckreiz maximal erwei-

[1]) *O. Löwenstein*, Über die sogenannte paradoxe Lichtreaktion der Pupille. Monatsschr. für Psychiatrie und Neurologie, Bd. 67.

Digitized by Google

terte Pupille (Abb. 18[II]) erwies sich gegenüber der vorher durch Lichtreize bewirkten Erschöpfung als wesentlich „erholt“: Immerhin war sie ein wenig schneller erschöpflich, als sie es ursprünglich gewesen war; das zeigte sich daran, daß bereits beim fünften Lichtreiz eine deutliche primäre Erweiterung auftrat und zwar in einer Form, wie sie vorher die siebente Reaktion gezeigt hatte. Als weiteres Symptom der noch bestehenden Erschöpfung ließ sich außerdem eine deutliche Verlängerung der Latenzzeit schon an der ersten Reaktion feststellen (Versuchsreihe II in Abb. 18). Das gleiche Experiment ließ sich ein zweites Mal wiederholen; diesmal wurde nicht ein Schreckreiz, sondern ein Schmerzreiz (Abb. 18, Reihe III) verwandt. Der Schmerzreiz bewirkte erneut eine maximale Pupillenerweiterung und eine Wiederholung der in der zweiten Versuchsreihe angegebenen Vorgänge. Die „erholende“ Wirkung des Schmerzreizes erwies sich als wirksamer und nachhaltiger als diejenige des vorangegangenen Schreckreizes (Versuchsreihe III in Abb. 18).

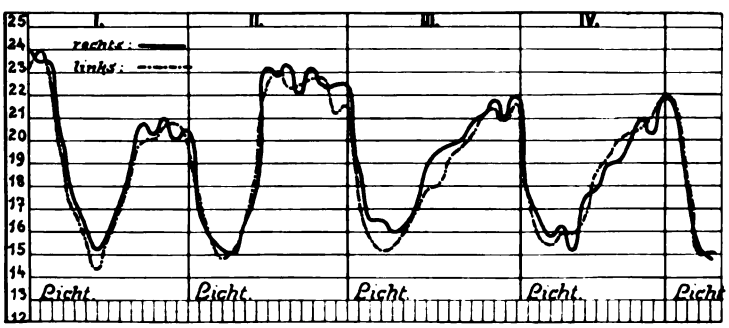


Abb. 19. **Vier sehr schnell aufeinander folgende Lichtreaktionen der Pupille.** Verlangsamung vor allem der Wiedererweiterung als Ausdruck der Erschöpfung. Auftreten von Eigenschwingungen (Pupillenunruhe) im aufsteigenden Schenkel.

Während in den vorstehenden Experimenten nur das Kontraktionsstadium abgebildet war, wurde in anderen Versuchsreihen zugleich auch das Stadium der Wiedererweiterung zum Gegenstand der Untersuchung gemacht. Dabei stellte sich heraus, daß im Stadium der Erschöpfung die Erweiterung in höherem Maße von Rückschwingungen beherrscht wird, als das vorher der Fall war, und daß diese Rückschwingungen nach Form und Charakter eine auffallende Ähnlichkeit mit der normalen Pupillenunruhe zeigen. Dadurch scheint die Erweiterung im Stadium der Erschöpfung im allgemeinen etwas träger als vorher. In der Abb. 19 ist das dargestellt. Man

Digitized by Google

sieht in den Reaktionen I und II die glatte Wiedererweiterung; in der Reaktion III eine sehr viel weniger glatte und in der Reaktion IV einen durch vielfache Wellenbewegungen unterbrochenen aufsteigenden Schenkel. Der Winkel, den der aufsteigende Schenkel dieser IV. Reaktion mit der Horizontalen bildet, ist wesentlich kleiner als der in den Reaktionen I und II; ein Hinweis darauf, daß die Reaktionsgeschwindigkeit bei I und II größer war. Daß es sich bei den Wellenbewegungen im aufsteigenden Schenkel der Reaktion IV wirklich im wesentlichen lediglich um ein stärkeres Hervortreten von Eigenschwingungen handelt, die mit der Pupillenunruhe identisch sind, weniger um eine erneute Verlangsamung, ist ebenfalls ohne weiteres aus der Kurvenform ersichtlich.

Für die Erscheinungen der *Ermüdung* beziehungsweise der *Erschöpfung* an dem Lichtreflex der Pupille gelten demgemäß folgende Gesetzmäßigkeiten:

1. Läßt man in schneller zeitlicher Folge gleich starke Lichtreize in völlig gleicher Weise auf das Auge einwirken, so zeigt sich der Lichtreflex der Pupille mehr oder weniger schnell ermüdbar beziehungsweise erschöpflich. Die Ermüdung, beziehungsweise Erschöpfung läßt drei aufeinander folgende, verschiedene Stadien erkennen.

2. Im ersten Stadium der Ermüdung ist regelmäßig eine Verlängerung der Latenzzeit festzustellen.

3. Das zweite Ermüdungsstadium, das jedoch fehlen kann, ist dadurch gekennzeichnet, daß nach einer kurzen Kontraktion eine kurze Wiedererweiterung auftritt, der dann die endgültige Kontraktion folgt.

4. Das dritte Stadium der Ermüdung ist dadurch gekennzeichnet, daß sich die Pupille als Reaktion auf den Lichtreiz zunächst mehr oder weniger stark erweitert und erst dann verengert.

5. Im Stadium der höchsten Erschöpfung wird die Kontraktion träge. Dagegen ist ein Trägerwerden der Wiedererweiterung der Pupille schon in einem Stadium zu beobachten, in dem die Kontraktionsgeschwindigkeit noch keine Verminderung erlitten hat. In der Ermüdung treten an der sich wieder erweiternden Pupille die Erscheinun-

Digitized by Google

gen der Pupillenunruhe oft schon im ersten Stadium, regelmäßig aber im zweiten deutlicher hervor als vorher; übrigens — wie schon jetzt bemerkt sei — an der konsensuell reagierenden Pupille zeitlich eher und stärker als an der direkt reagierenden.

6. Selbst die durch Lichtreize extrem erschöpfte und verengte Pupille kann durch psychische Reize momentan maximal erweitert werden. Die so maximal erweiterte Pupille erweist sich im Hinblick auf die vorangegangene Erschöpfung durch Lichtreize als „erholt"; durch erneute Häufung von Lichtreizen können die vorher beschriebenen Ermüdungssymptome jedoch schneller herbeigeführt werden als an der nicht „vorbehandelten" Pupille. Unter den angewandten psychischen Reizen zeigten sich Schmerzreize wirksamer als Schreckreize.

4. Die konsensuelle Reaktion

Die konsensuelle Reaktion spielt sich — wie an anderer Stelle gezeigt wurde[1]) — mit geringerer Kraft ab als die direkte Reaktion; infolgedessen treten an ihr die Auswirkungen psychischer Momente sehr viel stärker in Erscheinung als an der direkten Reaktion. Wegen dieser stärkeren Beeinflußbarkeit der konsensuellen Reaktion ist diese besonders geeignet, als Indikator zu dienen bei der Erforschung psychophysischer Wirkungen und psychophysischer Konstitutionsartungen. In ihrer äußeren Erscheinungsform ist die konsensuelle Reaktion nach den Angaben *O. Löwensteins* im allgemeinen weniger ausgiebig und auch träger als die direkte Reaktion. Im Extrem bleibt sie um mehr als die Hälfte hinter der direkten Reaktion zurück; wegen ihrer geringeren Reaktionsgeschwindigkeit erreicht sie ihr Maximum oft erst, wenn sich die direkte Reaktion bereits im Stadium der Wiedererweiterung befindet. Daher erscheint im Stadium der Wiedererweiterung die indirekt reagierende Pupille oft etwas weiter als die direkt reagierende. Ausnahmen von dieser Regel kommen vor.

Im Gegensatz zu diesen Feststellungen betonte *Behr*[2]), daß die Unterscheidung zwischen direkter und indirekter Lichtreaktion eigentlich ungenau sei; denn da die Netzhaut eines jeden Auges mit

---

[1]) *O. Löwenstein*, Über die Variationsbreite des Lichtreflexes und der Psychoreflexe der Pupillen. Archiv für Psychiatrie, Bd. 82, S. 303 ff.

[2]) *Behr*, a. a. O., S. 29 ff.

Digitized by Google

beiden Sphinkterkernen in Verbindung stehe, müsse in jedem Falle die Belichtung des einen Auges auch zu einer Pupillenverengerung an dem nicht belichteten Auge führen. Im Prinzip würden also die Kerne beider Seiten direkt erregt; somit sei auch die Pupillenverengerung an dem nicht belichteten Auge eine unmittelbare und direkte Folge jeder einseitigen Belichtung. Im Widerspruch hierzu stehen die Angaben von *Bach, Elschnig, Abelsdorff, Piper* u. a., die ein Überwiegen der direkten Lichtreaktion annahmen. Die Untersuchungen dieser Autoren lassen den Schluß zu, daß die „durch die nervösen Bahnen und Zentren vermittelte Verknüpfung der Funktionen beider Pupillen keineswegs eine so feste sei, wie von mehreren Seiten angenommen werde, so daß jede Pupille bis zu einem gewissen, wenn auch geringen Grade Spielraum zu selbständiger Bewegung habe"[1]). Auch *Weiler* und *Fuchs* stimmen mit dieser Anschauung überein. *Weiler* gibt an, die konsensuelle Reaktion sei meistens ebenso groß wie die direkte, doch gebe es hiervon Ausnahmen; und *Fuchs* hatte gefunden, daß bei einer großen Anzahl der von ihm untersuchten Fälle „die Größe der Kontraktion und ihre mittlere Geschwindigkeit bei der direkten und indirekten Reaktion gleich groß waren, jedoch blieb bei einer nicht unbeträchtlichen Minderheit die konsensuelle hinter der direkt auslösbaren Pupillenerregung zurück"[2]).

Diese Angaben der beiden letzten Autorengruppen stimmen also im wesentlichen mit *Löwensteins* kinematographischen Feststellungen überein. Es fragt sich jedoch, wie verhält sich die konsensuelle Reaktion im einzelnen?

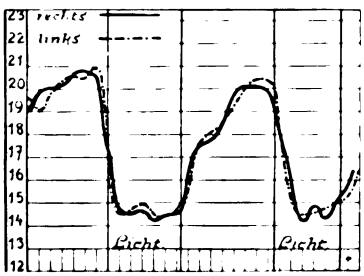


Abb. 20. **Zwei schnell aufeinander folgende Lichtreakticnen; fast vollkommene Übereinstimmung zwischen konsensueller und direkter Reaktion.**

Die konsensuelle Reaktion ist gestrichelt, die direkte ausgezogen gezeichnet.

In der Abb. 20 ist das Beispiel vollkommenster Übereinstimmung wiedergegeben, das wir in unserem Material zwischen der primären und der sekundären Reaktion aufdecken konnten. Die konsensuelle

[1]) *Wilbrand* und *Saenger*, Die Neurologie des Auges. 9. Band. Die Störungen der Akkomodation und der Pupillen. S. 68.

[2]) Zit. nach *Wilbrand* und *Saenger*, a. a. O., S. 68—69.

Digitized by Google

Reaktion, die — wie überall in unseren Abbildungen — gestrichelt gezeichnet ist, zeigt in ihrem Beginne die von *Byrne* beschriebene Präliminarerweiterung, die an der konsensuellen Reaktion eine häufige Erscheinung ist und von der *Löwenstein* in Übereinstimmung mit *Behr* annimmt, daß sie der psychischen Wirkung des Lichtreizes ihre Entstehung verdankt[1]). Im übrigen aber ist der Verlauf der konsensuellen Reaktion in Abb. 20 derjenigen der direkten Reaktion vollkommen analog; sie bleibt an einigen Stellen um ein Geringes hinter der direkten Reaktion zurück, überholt sie aber dafür um einen ebenso geringen Betrag an anderen Stellen. Den Stand, den die direkte Reaktion bei ihrer größten Verengerung erreicht, erreicht die indirekte Reaktion jedoch nicht ganz.

Dieses Verhalten entspricht der Regel. Daß es von dieser Regel jedoch Ausnahmen gibt, von denen gesagt werden muß, daß sie keineswegs ganz selten sind, zeigt ein Blick auf die Kurven der Abb. 19, die von derselben Versuchsperson stammen, von der die Kurven der Abb. 20 stammen. In der ersten Reaktion der Abb. 19 geht die konsensuelle über die direkte Reaktion hinaus, in der zweiten erreicht sie sie gerade, in der dritten und vierten geht sie weit über sie hinaus. Das wechselnde Verhalten der konsensuellen Reaktion in ihrem Verhältnis zu der direkten Reaktion ist in den Figuren der Abb. 21 zusammengestellt, die von 5 verschiedenen Versuchspersonen stammen. A_1 und A_2 sowie D_1 und D_2 stammen je von der gleichen Person. *Am stärksten differieren direkte und indirekte Reaktion in den Fällen, in denen psychische Momente in den Ablauf der Lichtreaktion eingreifen und ihr Verhalten modifizieren,* was zum Beispiel im Falle D_2 sehr deutlich in die Erscheinung tritt.

Daß konsensuelle und direkte Reaktion nicht — im Sinne *C. Behrs* — identisch sein können, ergibt sich vor allem auch aus der Tatsache, daß die Ermüdbarkeit beziehungsweise Erschöpfbarkeit beider völlig verschiedenen Gesetzmäßigkeiten folgt. Während die direkte Lichtreaktion im allgemeinen durchaus nicht schnell erschöpfbar ist, erschöpft sich die konsensuelle Lichtreaktion häufig außerordentlich schnell, wenn man gleich starke Lichtreize in kurzen Zeitabständen auf einander folgen läßt. Unter diesen Bedingungen kann man häufig beobachten, daß zu einer Zeit, zu der die direkte Lichtreaktion noch keinerlei Ermüdungserscheinungen aufweist, die konsensuelle Reaktion schon nicht mehr erkennbar ist oder sogar in Form der — „paradoxen" — Erweiterung erscheint. Abb. 22 erläutert das.

[1]) Vgl. *Löwenstein,* Archiv f. Psychiatrie, Bd. 82, S. 313.

Digitized by Google

Zwar ist bei der Versuchsperson dieser Abbildung die konsensuelle Reaktion (gestrichelt gezeichnet) von vorneherein wesentlich gerin-

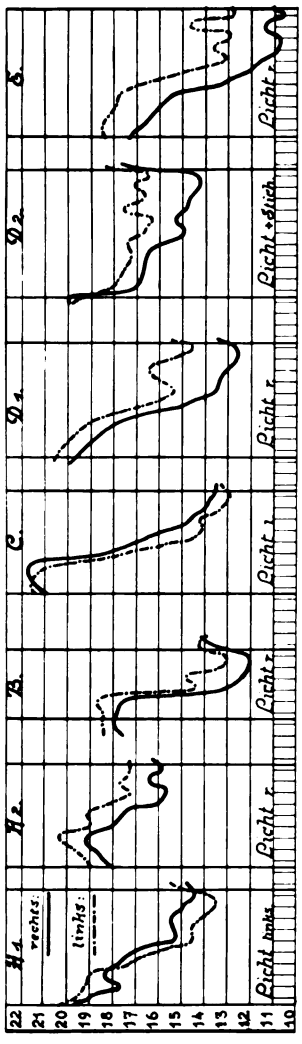


Abb. 21. **Verhältnis der konsensuellen zur direkten Lichtreaktion der Pupille, dargestellt an den Reaktionen von 5 verschiedenen Versuchspersonen.**

Die Reaktionen A_1 und A_2 stammen von der gleichen Versuchsperson, ebenso D_1 und D_2. Die Reaktion D_2 veranschaulicht die starke Beeinflußbarkeit (im Sinne der Hemmung) der konsensuellen Reaktion durch Schmerzreize (Stich).

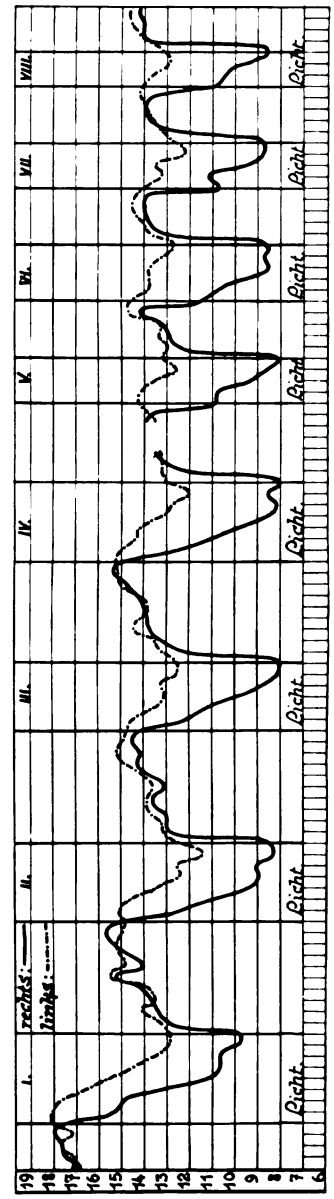


Abb. 22. **Acht schnell aufeinander folgende Lichtreaktionen.**

Die konsensuelle Reaktion (gestrichelt gezeichnet) ist von Anfang an wesentlich weniger ausgiebig als die direkte. Die konsensuelle Reaktion beginnt schon beim zweiten Reiz zu ermüden, die dritte Reaktion zeigt bereits ausgesprochene Ermüdungserscheinungen, die fünfte paradoxe Form. Die direkte Reaktion hingegen erweist sich auch bei der achten Wiederholung noch kaum verändert.

ger ausgeprägt als die direkte (ausgezogen gezeichnet); aber während die direkte Reaktion auch bei der 8. Wiederholung noch nicht nennenswert verändert erscheint, ist das für die konsensuelle Re-

Digitized by Google

aktion schon bei der 3. Wiederholung der Fall; später, zum Beispiel bei der 5. und 8. Wiederholung, beobachten wir „paradoxe" Erweiterung der konsensuellen Reaktion.

Zusammenfassend läßt sich über das Verhalten der konsensuellen Reaktion folgendes sagen:

1. Zwischen dem Ablauf der konsensuellen und der direkten Reaktion besteht im allgemeinen ein geringer zeitlicher Abstand, insofern die konsensuelle Reaktion der direkten Reaktion nachfolgt. Eine vollkommene zeitliche Übereinstimmung zwischen konsensueller und direkter Reaktion ist selten. Es gibt vereinzelte Fälle, in denen konsensuelle und direkte Reaktion in ihrem zeitlichen Ablauf übereinstimmen, und wir konnten sogar mehrere Fälle beobachten, in denen die konsensuelle der direkten um einen geringen zeitlichen Abstand, der im Maximum 0.06 Sekunden betrug, voraus war.

2. Im allgemeinen verläuft die konsensuelle Reaktion langsamer als die direkte Reaktion; dabei ist sie unausgiebiger. Im Extrem bleibt die konsensuelle Reaktion um zwei Drittel ihres Kontraktionswertes hinter der primären Reaktion zurück.

3. Die Kraft, mit der die konsensuelle Reaktion sich vollzieht, ist wesentlich geringer als diejenige, mit der die primäre Reaktion sich abspielt. Störende Einflüsse, insbesondere die Einwirkung psychischer Faktoren, machen sich an der indirekten Reaktion eher bemerkbar als an der direkten.

4. Ermüdungserscheinungen treten im allgemeinen an der konsensuellen Reaktion früher und intensiver in die Erscheinung als an der direkten Reaktion (vgl. Abb. 22).

5. Die physiologische Pupillenunruhe tritt bei der Wiedererweiterung der Pupille an der konsensuell reagierenden Iris stärker hervor als an der direkt reagierenden.

6. Als Ausdruck des zeitlichen Abstandes, der zwischen der direkten und der konsensuellen Reaktion besteht, finden wir regelmäßig, daß die

Digitized by Google

direkt reagierende Pupille im Kontraktionsstadium jeweils etwas enger, im Stadium der Wiedererweiterung aber jeweils etwas weiter ist als die konsensuell reagierende Pupille. Der zeitliche Abstand betrug im allgemeinen 0,06 Sekunden, oft aber 0,12 Sekunden und mehr.

7. Wenn auch im allgemeinen die konsensuelle Reaktion sowohl zeitlich als auch hinsichtlich ihrer Ausmaße hinter der direkten Reaktion zurückbleibt, so spricht doch die Tatsache, daß es Fälle gibt, in denen die indirekte Reaktion nicht hinter der direkten zurückbleibt oder ihr sogar vorauseilt, dafür, daß in jedem Fall beide Kerne direkt erregt werden, die konsensuelle Reaktion eine zwar im allgemeinen gegenüber der direkten Reaktion irgendwie gehemmte, aber dennoch unmittelbare und direkte Folge jeder einseitigen Belichtung ist; wir stimmen daher mit *Behr* überein in der Anschauung, daß die Bezeichnung der konsensuellen als einer indirekten Lichtreaktion unrichtig ist.

5. Die Veränderungen der Form an der sich kontrahierenden Pupille.

Im allgemeinen wird angenommen, daß die Verengerung und Wiedererweiterung der Pupille streng konzentrisch erfolgt. Besonders *Hummelsheim*[1]) hat diese Frage absolut bejaht. Es fragt sich aber, ob eine solche Bejahung zu Recht besteht. Daß auch die Pupille eines Gesunden nicht immer kreisrund ist, sondern gelegentlich leicht entrundet erscheint, ist mit bloßem Auge ohne weiteres zu beobachten. Ob aber die mit bloßem Auge als rund erscheinende Pupille auch in allen Stadien der Kontraktion und der Wiedererweiterung völlig rund bleibt, ist eine Frage, die bisher unseres Wissens nicht untersucht wurde, die auch nur mit kinematographischen Methoden exakt entschieden werden kann.

Die nachstehenden Abbildungen 23a und 23b sollen Antwort auf diese Frage geben. Wir sehen in Abb. 23a vier Pupillenbilder, die der Kontraktionsphase eines Lichtreflexes entnommen sind und zwar nicht im gleichen zeitlichen Abstand. Vom Mittelpunkt der Pupille

[1]) *Hummelsheim*, Pupillenstudien. I. Verengt sich die Pupille konzentrisch? Archiv f. Augenheilk., Bd. 57, 1907.

Digitized by Google

aus haben wir einen Kreis geschlagen, der sich mit dem Rand der Pupille decken soll, dessen Abweichungen vom Pupillenrande aber angeben, an welchen Stellen und in welchem Maße die Pupille nicht rund ist.

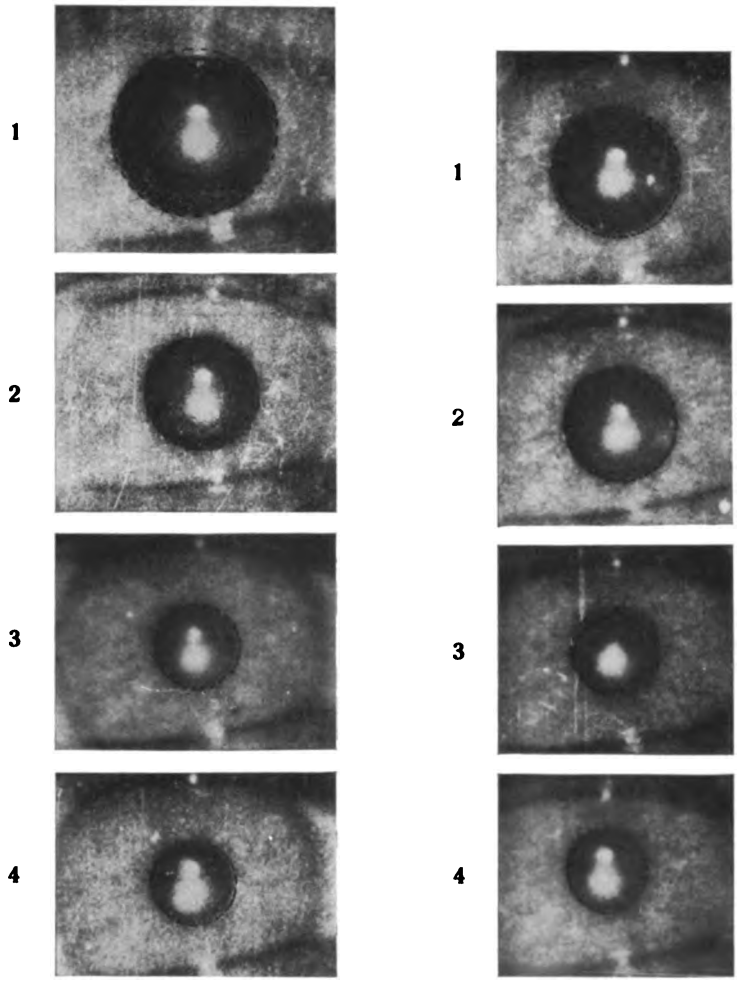


Abb. 23. **Die Form der sich verengernden Pupille;** zwei Kontraktionsphasen. Die Verengerung vollzieht sich nicht vollständig konzentrisch, die gleiche Pupille, die im einen Stadium rund erscheint, erscheint im folgenden entrundet, man sieht, daß die Umrisse der Pupille vielfach von dem — gestrichelt gezeichneten — Kreis abweichen.

Wir sehen im vorliegenden Falle, daß eigentlich nur in dem Bild 2 der Abbildung 23a Pupillenrand und Kreis einander vollständig decken. Im ersten Bild sehen wir den größten Abstand zwischen beiden in der Mitte oben hauptsächlich nach dem linken oberen

Digitized by Google

Quadranten hin, sowie an der Grenze zwischen oberem und unterem Quadranten links. Die Pupille zeigt in ihrer Gesamterscheinung eine nach links oben sich zuspitzende Eiform. Während sie in Bild 2 rund erscheint, erscheint in Bild 3 ein Abstand im rechten unteren Quadranten, der sich in Bild 4 auch auf den rechten oberen Quadranten ausdehnt, so daß an der Pupille des Bildes 4 die Gesamtform in der Längsrichtung zusammengedrückt erscheint.

Auch in Abbildung 23b erscheint nur das zweite Bild vollständig rund, das vierte Bild nahezu vollständig rund, während das erste im rechten und linken unteren Quadranten, das dritte Bild hauptsächlich im rechten oberen und unteren Quadranten von der Rundung abweicht. Dadurch erhält Bild 1 die Tendenz zur querovalen, Bild 3 die Tendenz zur längsovalen Verziehung.

Hieraus und aus anderen Beispielen unseres Materials ergibt sich, *daß an der Pupille des gesunden Menschen Kontraktion und Wiedererweiterung sich nicht vollständig, wenn auch nahezu vollständig konzentrisch vollziehen. Die gleiche Pupille kann innerhalb ein und derselben Kontraktionsphase kreisrund, sowie queroval, längsoval und schrägoval verzogen sein. Dadurch, daß die Kontraktion in den beiden oberen Quadranten hinter derjenigen der unteren Quadranten zurückbleibt, entsteht die Tendenz zur Ausbildung der Tropfenform. Alle diese Verschiebungen aber erreichen bei der Pupille des Gesunden niemals größere Ausmaße; sie sind vielmehr stets nur andeutungsweise vorhanden.*

IV. Über die Psychoreflexe der Pupille und die Beeinflussung der Lichtreaktion durch psychische Momente.

Wenn psychische Reize auf einen Menschen einwirken, erweitert sich die Pupille. Dabei ist der Begriff „psychische Reize" im weitesten Sinne zu verstehen; es gehören dahin nicht nur diejenigen psychischen Reize, die von außen kommen und die Persönlichkeit passiv beeinflussen, sondern ganz allgemein auch jeder spontan in der Persönlichkeit selbst sich entwickelnde Bewußtseinsvorgang, überhaupt jedes geistige Geschehen, jedes Denken, Fühlen und Wollen, das sich von dem vorangegangenen Bewußtseinszustand durch einen Zuwachs an Intensität unterscheidet. Die als Antwort auf einen psychischen Reiz sich einstellende Pupillenveränderung bezeichnet man als Psychoreflex. Besonders stark sollen die Psychoreflexe erregt werden durch solche Bewußtseinsvorgänge, die gefühlsbetont sind; am stärksten durch die Affekte selbst.

Digitized by Google

O. Löwenstein[1]) hat eine Spezifität der Psychoreflexe im Hinblick auf die verschiedenen Arten affektiver Erregbarkeit aufgezeigt. Die Erweiterung der Pupille auf sensible Reize ist nach *Weiler* größer als die auf sensorische und auf psychische Reize. Nach *Wilbrand-Saenger*[2]) vollzieht sich die Erweiterung der Pupille auf psychische Reize einmal durch Hemmung des Sphinktertonus, dann durch reflektorische Reizung des im Corpus subthalamicum gelegenen Zentrums. Die Hemmung des Sphinktertonus werde wahrscheinlich von dem größten Teile der Gehirnrinde aus besorgt; die reflektorische Reizung betreffe den Sympathikus. Beide Vorgänge seien unabhängig voneinander; deshalb könne eine psychisch bedingte Erweiterung der Pupille auch dann noch auftreten, wenn der Okulomotorius oder der Sympathikus durchschnitten seien.

Die Psychoreflexe sind Gegenstand intensivsten psychiatrisch-neurologischen Interesses geworden, seitdem behauptet worden ist, daß sie — ebenso wie die weiter unten zu behandelnde Pupillenunruhe — bei bestimmten Verblödungsprozessen verschwinden, und zwar auch bei erhaltenem Lichtreflex.

Die Erweiterung, die die Pupille in den Psychoreflexen durchmacht, erfolgt nach *Behr*[3]) konzentrisch, das heißt überall in der Zirkumferenz gleichmäßig. Gegenüber den Verengerungsreaktionen seien die psychisch bedingten Erweiterungsreaktionen durch eine gewisse Bedächtigkeit und Unsicherheit ausgezeichnet, und nur bei sehr starken Reizen sehe man rasche, zielbewußte und ausgiebige Erweiterungen, die sofort zu einem ganz bestimmten Maximum des Bewegungsausschlages führten. Die Erweiterung hänge hinsichtlich ihrer Größe nicht allein von der Reizintensität ab, sondern auch von dem Bewußtseinszustande, insbesondere von dem Grade der Reizbereitschaft. An die Erweiterung schließe sich im allgemeinen eine ruckförmige Verengerung an, die jedoch nicht zur Ausgangsweite der Pupille zurückführe, und die sofort von einer neuen Erweiterung abgelöst werde. Dieses Spiel zwischen Erweiterungs- und Verengerungsimpulsen könne sich häufiger wiederholen, so daß rhythmische Oszillationen des Pupillenrandes die Folge seien. Im Gegensatz zu den Schwingungen der Pupillenunruhe sollen sie sich konzentrisch

---

[1]) *O. Löwenstein*, Muskeltonus und Konstitution. Experimentelle Zwillingsuntersuchungen zur Kenntnis der psycho-physischen Konstitution. Monatsschr. für Psychiatrie und Neurologie, Bd. 70.

[2]) A. a. O., S. 107.

[3]) A. a. O., S. 47.

Digitized by Google

vollziehen, aber im Grunde doch nichts anderes sein als eine Systematisierung und Steigerung der Pupillenunruhe.

Der Psychoreflex der Pupille ist ebenso wie der Lichtreflex ein echter Reflex; der motorische Erfolg tritt erst ein, nachdem eine entsprechende Latenzzeit verstrichen ist. Die Länge dieser Latenzzeit schwankt nach *Weiler* zwischen 0,36—0,44, nach *Braunstein* zwischen 0,41—0,46; *Albrecht* fand einen mittleren Wert von 0,292 Sekunden[1]). Die Erweiterung durch psychische Reize kann nach *Bumke* jeden Verengerungsimpuls abschwächen, hemmen oder sogar aufheben. Ist die Pupille im Psychoreflex maximal erweitert, so kann sie sich als starr auf Lichteinfall und Konvergenz erweisen. Nach den Feststellungen von *Behr* zeigt sich eine durch Schreckreiz maximal erweiterte Pupille am binokularen Mikroskop auf Lichteinfall zwar nur wenig, aber doch prompt und konzentrisch regelmäßig bei jeder Belichtung verengt. Die maximale Erweiterung spricht nach *Behr* für eine aktive Innervation des Dilatators; die Tatsache der zwar nur spurweisen, aber prompten und konzentrischen Verengerung bei jeder Belichtung für eine passive Sphinkterhemmung, wobei die Hemmung des Sphinkters der aktiven Innervation des Sympathikus — wie durch die Untersuchung von *Bartels* wahrscheinlich gemacht werde — zeitlich vorausgehe.

Es fragt sich: wie stellen sich diese Verhaltungsweisen in dem durch kinematographische Pupillenaufzeichnungen festgehaltenen psychophysischen Experiment dar?

Der eine von uns *(Löwenstein)*[2]) hat bereits an anderer Stelle einige typische Schreck-, Schmerz- und Furchtreaktionen der Pupillen abgebildet. Er konnte dabei feststellen, daß Schreckreize, Schmerzreize und psychische Reize anderer Art dem Grade nach verschiedene Erweiterungen der Pupillen erzeugten, ohne die spontane Pupillenunruhe zu beeinflussen. Und wir haben oben bereits festgestellt und durch Abbildungen belegt, daß die Behauptung, eine durch psychische Reize (Abb. 18) erweiterte Pupille sei mehr oder weniger lichtstarr, zum mindesten nicht allgemein zutrifft. Wir konnten im Gegenteil feststellen, daß eine Pupille, die vorher durch Erschöpfung experimentell nahezu lichtstarr gemacht war, auf Grund der durch starke Schreck- und Schmerzreize bewirkten Erweiterung ihre Reagibilität geradezu erst wiedererlangte. Eine andere Frage ist es freilich, ob starke psychische Reize den *Ablauf* der dennoch eintretenden Ver-

[1]) Zit. nach *Behr*, a. a. O., S. 47.

[2]) A. a. O., S. 138.

Digitized by Google

engerung auf Lichteinfall nicht trotzdem regelmäßig stark beeinflussen.

Zu diesen Fragen wollen wir an Hand unseres Materials Stellung nehmen, indem wir zunächst die Wirkung der Psychoreflexe für sich untersuchen und dann zusehen, welche Wirkung psychisch bedingte Pupillenerweiterungen allgemein auf den Ablauf des Lichtreflexes ausüben.

1. Die Wirkungen des Erschreckens.

In der Abbildung 24 sind die pupillomotorischen Wirkungen des Erschreckens wiedergegeben, und zwar an einer Versuchsperson, die hinsichtlich der Formen ihrer Lichtreaktionen dem ersten von uns beschriebenen Typ angehört; das heißt ihre Lichtreaktionen waren durch schnelle und ausgiebige Kontraktion und ebenso schnelle Wiedererweiterung ausgezeichnet. In den Abbildungen 19 und 20

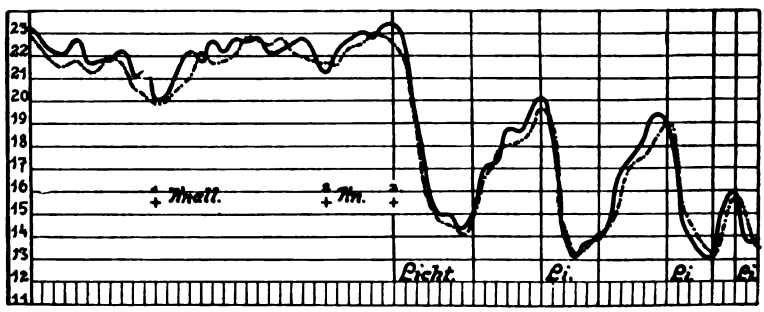


Abb. 24. **Pupillomotorische Wirkungen des Erschreckens.** Lichtreaktionstyp I.
Bei + 1: Wirkung eines Schreckreizes (Erweiterung der Pupille).
Bei + 2: Wirkung eines zweiten Schreckreizes.
Bei + 3: Lichtreiz.

sind bereits Lichtreaktionen dieser Versuchsperson abgebildet. Es handelt sich um eine 26jährige, gesunde, etwas kurzsichtige Lehrerin, die hinsichtlich ihrer psychischen Artung dem schizothymen Formenkreis zuzurechnen ist: Körperbautyp athletisch, in charakterologischer Hinsicht sehr selbstbewußt, peinlich ordnungsliebend, engherzig moralisierend, durchdrungen von der Wichtigkeit und Zuverlässigkeit ihrer moralischen Wertungen, dabei kleinlich und geizig, bei mittlerer intellektueller Begabung. Ihre allgemein-psychische Erregbarkeit war von mittlerem Grade ohne psychogene Beimengungen. In der Abb. 24 sehen wir weite Pupillen mit mittelstark ausgebildeter Pupillenunruhe. Bei + 1 wird die Versuchsperson stark erschreckt, beide Pupillen erweitern sich, und zwar auf den gleichen Grad.

Digitized by Google

Dabei bleibt die Reaktionsgeschwindigkeit der einen ein wenig hinter derjenigen der anderen zurück, während die Ausmaße der Reaktion beiderseits gleich sind. Nach Beendigung der ersten Erweiterung setzt eine zweite Erweiterung ein, die bei beiden Pupillen gleichzeitig ihr Ende erreicht. Die Psychoreaktion war bereits abgelaufen, als bei + 2 ein zweiter Schreckreiz gesetzt wurde, der prinzipiell die gleiche Wirkung erzeugte wie der erste. Als die Pupillen maximal weit waren, bei + 3, wurde ein Lichtreiz gesetzt, der eine starke Kontraktion zur Folge hatte. Der gleiche Lichtreiz wurde in ganz kurzen Abständen noch dreimal wiederholt, und zwar folgten die Lichtreize einander so schnell, daß die Wiedererweiterung nach der vorangegangenen Verengerung noch nicht ganz beendet war.

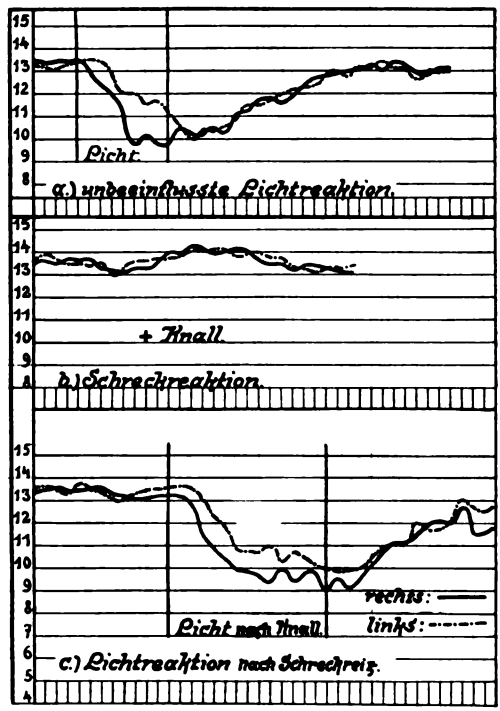


Abb. 25. **Lichtreaktion und Erschrecken.**
a) unbeeinflußte Lichtreaktion vom Typus IV.
b) erweiternde Wirkung eines Schreckreizes (Knall).
c) Lichtreiz, der gesetzt wurde, als die vorangegangene Schreckreaktion noch nicht abgeklungen war.

In der Abbildung 25 ist die Wirkung eines Lichtreizes wiedergegeben bei einer Versuchsperson, die unserem vierten Lichtreaktionstyp angehört; es handelt sich also um eine Persönlichkeit, deren Lichtreaktionen durch eine langsame, nicht sehr ausgiebige Kontraktion und eine ebenso langsame und träge Wiedererweiterung ausgezeichnet sind. Wir sehen als Wirkung des Schreckreizes, der unter b abgebildet ist, auch hier eine in zwei Phasen sich vollziehende Erweiterung. Die zweite Erweiterungsphase freilich paßt hinsichtlich ihrer Erscheinungsform in den Typ der bei dieser Versuchsperson vorhandenen Pupillenunruhe, so daß an und für sich nicht recht klar ist, ob ihr eine selbständige Bedeutung zukommt. Lediglich der Umstand, daß bei sämtlichen Wiederholungen des gleichen Experimentes die gleiche

Digitized by Google

Erscheinung zu beobachten ist, berechtigt uns zu dem Schluß, daß es sich um eine im Wesen des Psychoreflexes gelegene zweite Erweiterungsphase handelt. An die Wiederholung eines Knalles wurde sofort die Auslösung des Lichtreflexes angeschlossen (Abb. 25, Zeile 3). Wenn man die Formen des Lichtreflexes mit denjenigen vergleicht, die zu einer anderen Zeit von der gleichen Versuchsperson gewonnen wurden (Zeile 1), ohne daß psychische Reize gesetzt wurden, so findet man, daß die Lichtreaktion zwar etwas träger geworden ist, daß aber zwischen beiden eine wesentliche Differenz nicht besteht.

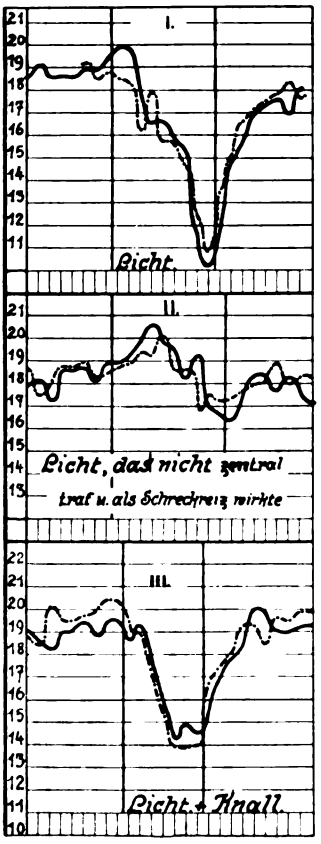


Abb. 26. **Lichtreaktion und Erschrecken.**

I. Lichtreaktion, die von psychischen Reizen nicht beeinflußt wurde (Typ 1).
II. Lichtreiz, der das Auge nicht zentral traf und lediglich als Schreckreiz wirkte.
III. Gleichzeitig gesetzter Licht- und Schreckreiz. Starke Hemmung des Lichtreflexes.

Aus diesen und ähnlichen Experimenten folgern wir: *Der Lösungsaffekt des Erschreckens bewirkt eine in zwei Phasen ansteigende gleichsinnige und gleichzeitige Erweiterung beider Pupillen. Diese Erweiterung bewirkt keine nennenswerte Veränderung in der Form des Lichtreflexes, der ausgelöst wurde, als sich die unter den psychischen Reizen erweiterte Pupille auf dem Maximum ihrer Erweiterung befand.* Es fragt sich aber, welche Wirkung geht von einem Schreckreiz aus, der *gleichzeitig* mit dem Lichtreiz gesetzt wird, so daß die Pupille unter den Einfluß von Kräften gerät, die sie in verschiedener Richtung zu beeinflussen suchen: Der Schreckreiz sucht als Psychoreflex eine Erweiterung herzustellen, der gleichzeitig hervorgerufene Lichtreiz erzeugt eine Tendenz zur Verengerung.

Welche Tendenz erweist sich als die stärkere? Das ist eine Frage, die eine allgemeine Beantwortung nicht zuläßt. Es gibt Fälle — und diese sind die häufigeren — in denen sich der Lichtreflex als der stärkere erweist, in denen also die Tendenz zur Verengerung obsiegt. In anderen Fällen erweisen sich beide Tendenzen als gleich stark, so daß weder eine Verengerung noch eine Erweiterung resultiert. Fälle hingegen, in denen der Psychoreflex stärker gewesen

Digitized by Google

wäre als der Lichtreflex, in denen also eine ausschließliche Erweiterung die Folge der gleichzeitigen Einwirkung von Lichtreiz und Schreckreiz gewesen wäre, sind uns in unserem großen Material beim Gesunden nicht ein einziges Mal begegnet.

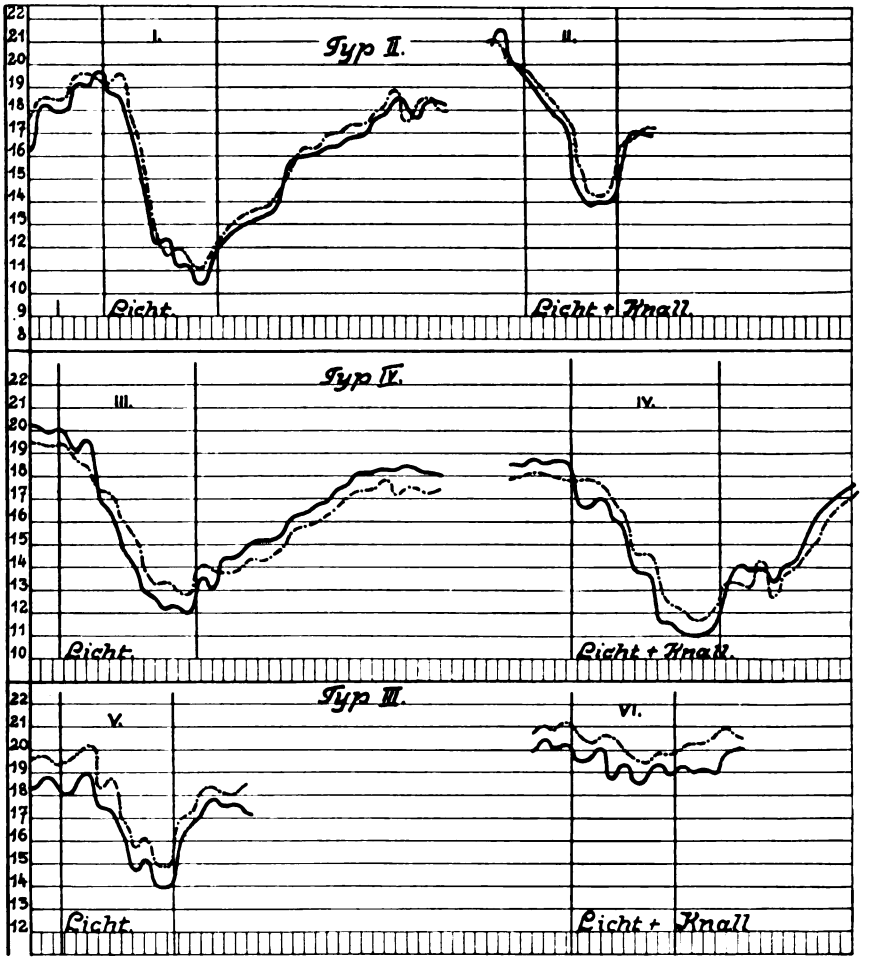


Abb. 27. **Typen der Lichtreaktion (II, III und IV) und ihre Beeinflussung durch Schreckreize.**
rechts: ————, links: -.-.-.-.-

Die Abbildung 26 zeigt unter I einen durch psychische Reize unbeeinflußten Lichtreflex. Wir sehen einen Reflex vom Reaktionstypus I, das heißt schnelle und ausgiebige Kontraktion, schnelle Wiedererweiterung. Unter II ist der Psychoreflex abgebildet, der sich unter der Einwirkung eines als Schreckreiz empfundenen sensori-

Digitized by Google

schen Reizes ausgebildet hat. Wir sehen eine deutlich ausgesprochene Erweiterung, der eine stufenförmig absteigende Wiederverengerung folgt. Unter III sehen wir eine Kombination beider: Schreckreiz und Lichtreiz wurden gleichzeitig gesetzt; als Erfolg zeigt sich eine Kontraktion, die zwar prompt erfolgte, die aber nur die Hälfte der Ausgiebigkeit der durch psychische Reize nicht beeinflußten Lichtreaktion erreichte. Wir sehen also, *daß die entgegengesetzten Tendenzen der beiden wirksamen Reflexe einander bis zu gewissem Grade paralysieren, ohne daß die resultierende Kontraktion und Wiedererweiterung ihre dem Typus I entsprechende Grundform verloren hätten.*

Je weiter wir in der Abb. 27 von oben nach unten fortschreiten, um so stärker wird das Maß, in dem Schreckreize eine Hemmung des Lichtreflexes bewirken. In der linken senkrechten Reihe finden sich die drei Formen unbeeinflußter Lichtreaktion, in der rechten senkrechten Reihe die Abänderungen, die diese Lichtreaktionen durch einen gleichzeitig einsetzenden Schreckreiz erfahren haben; abgebildet sind Beispiele der Lichtreaktionstypen II, III und IV. Dabei findet sich relativ und absolut am meisten gehemmt derjenige Reflex, der schon an und für sich die geringsten Ausmaße aufwies, nämlich der des Typus III in der dritten Zeile. So scheint es, als ob das Maß der Beeinflußbarkeit des Lichtreflexes lediglich abhängig sei von den somatischen Bedingungen, die sich in der Form und den Ausmaßen des Lichtreflexes manifestieren. *Das ist aber keineswegs zutreffend.* Ein Überblick über unser Material lehrt uns zwar, daß der IV. Typ, das heißt derjenige, der schon von Natur relativ träge und unausgiebig erscheint, in ganz besonders hohem Maße durch Schreckreize beeinträchtigt wird, daß aber andererseits in den somatischen Voraussetzungen nur eine von mehreren Vorbedingungen für das Maß der Beeinflußbarkeit gegeben ist; sie allein können die Einzelheiten der individuellen Ausprägung nicht erklären, die wir in den verschiedenen individuellen Reaktionsformen antreffen.

2. *Die Wirkungen von Schmerzreizen.*

Als Schmerzreize wurden leichte Nadelstiche verwandt, die in die Haut des Nackens gesetzt wurden, und zwar nach Möglichkeit so, daß mit der Schmerzwirkung nicht zugleich auch eine Schreckwirkung verbunden war. Das wurde dadurch erreicht, daß die Versuchsperson auf den Schmerzreiz vor Beginn des Versuches vorbereitet wurde, und zwar im Gegensatz zum Schreckreiz, auf den sie nicht vorbereitet wurde, den wir vielmehr unerwartet setzten. Der Schmerzreiz war

Digitized by Google

entweder ein länger dauernder, das heißt er erstreckte sich über mehrere Sekunden, oder er wurde als momentaner Reiz gesetzt.

In Abbildung 28 sind die Wirkungen von Schmerzreizen an dem Lichtreaktionstyp IV, in Abbildung 29 an dem Lichtreaktionstyp II, in Abbildung 30 an dem Lichtreaktionstyp III und in der Abbildung 31 an dem Lichtreaktionstyp I wiedergegeben.

Die Kurven der Abbildung 28 stammen von der gleichen Versuchsperson, von der die Kurven der Abbildung 17 stammen. Der lang dauernde Schmerzreiz bei +1 bewirkt eine allmähliche, aber lang dauernde, in Einzelschwingungen ansteigende Erweiterung der Pupille, die sich erst wieder verengerte, als der Schmerzreiz fortfiel.

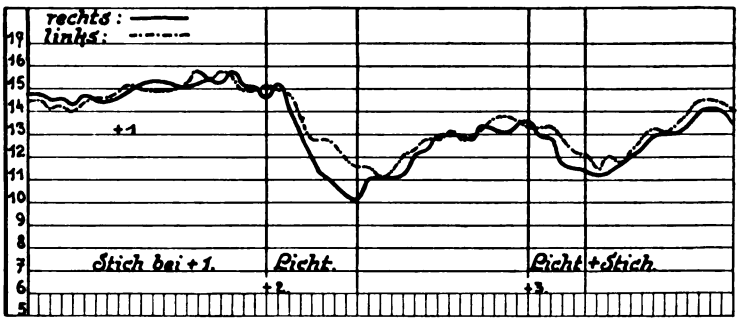


Abb. 28. **Lichtreaktion und Schmerzreiz.**
Wirkung eines gleichzeitig mit dem Lichtreiz gesetzten Schmerzreizes beim Lichtreaktionstyp IV.
Bei + 1: Wirkung eines Schmerzreizes, träge Erweiterung der Pupille.
Bei + 2: Wirkung eines Lichtreizes.
Bei + 3: Wirkung eines gleichzeitig mit dem Lichtreiz gesetzten Schmerzreizes auf den Ablauf der Lichtreaktion.

Der bei +2 ausgelöste Lichtreflex zeitigte eine Reaktionsform, die derjenigen der Abbildung 17 entsprach, also unbeeinflußt war. Als aber bei +3 gleichzeitig mit dem Schmerzreiz ein Lichtreiz gesetzt wurde, resultierte eine sehr träge und unausgiebige Kontraktion, der eine ebenso träge Wiedererweiterung folgte. Die konsensuelle Reaktion erscheint in dem absteigenden Schenkel noch stärker betroffen als die direkte Reaktion.

In der Abbildung 29 sieht man unter A eine prompte, sehr stark ausgeprägte und lang andauernde Erweiterung der Pupille auf Schmerzreiz. Die unter C abgebildete Lichtreaktion, die dadurch erzeugt wurde, daß gleichzeitig mit dem Lichtreiz ein Schmerzreiz gesetzt wurde, stellt sich ungefähr als Differenz zwischen der unbeeinflußten Lichtreaktion bei B und dem Psychoreflex bei A dar: Die Verengerung ist träge und unausgiebig, ebenso die Wiedererweiterung;

Digitized by Google

besonders intensiv betroffen erscheint der Wiedererweiterungsschenkel der konsensuellen Reaktion.

In Abbildung 30 (Typ III) sehen wir die unter A abgebildete unbeeinflußte Lichtreaktion in B unter dem Einfluß eines gleichzeitig mit dem Lichtreiz gesetzten Schmerzreizes völlig aufgehoben. An Stelle der konsensuellen Verengerung sehen wir eher eine Tendenz

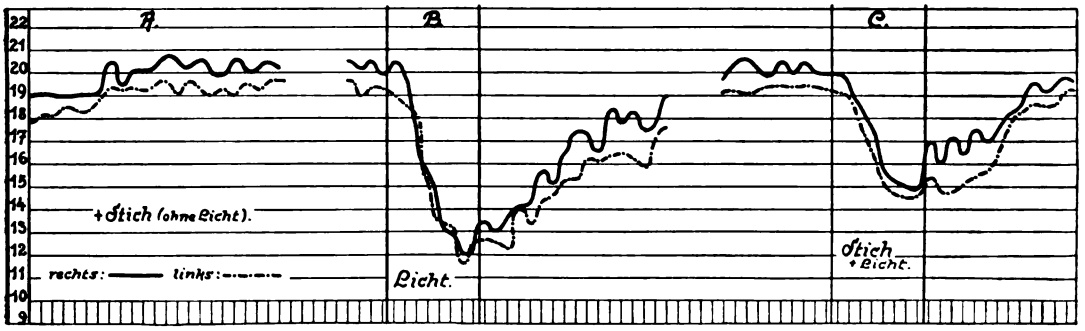


Abb. 29. **Lichtreaktion und Schmerzreiz.** Lichtreaktionstyp II.
A: bei + Erweiterung der Pupille durch Schmerzreiz.
B: Lichtreaktion vom Typ II.
C: Beeinflussung des Ablaufes der Lichtreaktion durch Schmerzreiz.

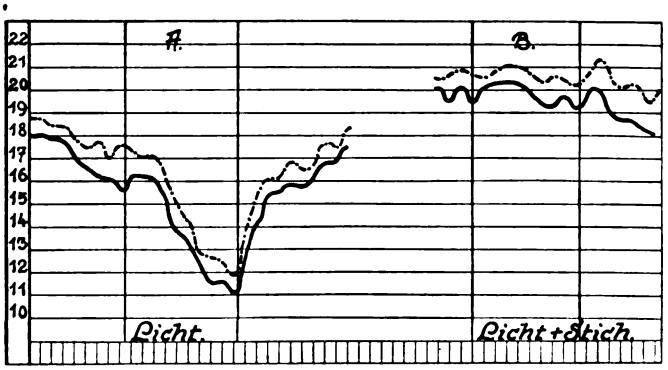


Abb. 30. **Lichtreaktion und Schmerzreiz.** Lichtreaktionstyp III.
A: Lichtreaktion.
B: Beeinflussung der Lichtreaktion durch gleichzeitig gesetzten Schmerzreiz. Die Pupille wird dadurch lichtstarr.

zur paradoxen Erweiterung auftreten. Die Reaktionen erscheinen vollständig verzogen, erwecken den Eindruck relativ grober Pupillenunruhe-Schwankungen und zwar für beide Seiten gleich stark; dabei weist der durchgehende Parallelismus, der zwischen den einzelnen Bewegungen der belichteten und denen der unbelichteten Seite besteht, darauf hin, daß es sich bei den Bewegungen wahrscheinlich

Digitized by Google

um Lichtreaktionen, nicht aber um die auf jeder Seite selbständig sich vollziehenden Bewegungen der Pupillenunruhe handelt.

Während der in Abbildung 30 wiedergegebene Typ III ein Maximum von Beeinflußbarkeit durch psychische Reize aufweist, der abgebildete Typ IV sich ebenfalls als stark beeinflußbar erweist, weist der Typ I, der in Abbildung 31 an zwei Beispielen abgebildet ist, ein Minimum der Beeinflußbarkeit auf. Zwar werden Kontraktion und Wiedererweiterung in geringem Grade träger, auch erleidet die Ausgiebigkeit der Reaktion eine geringe Einbuße, aber sämtliche Kurvenqualitäten erfahren nur geringe Abänderungen.

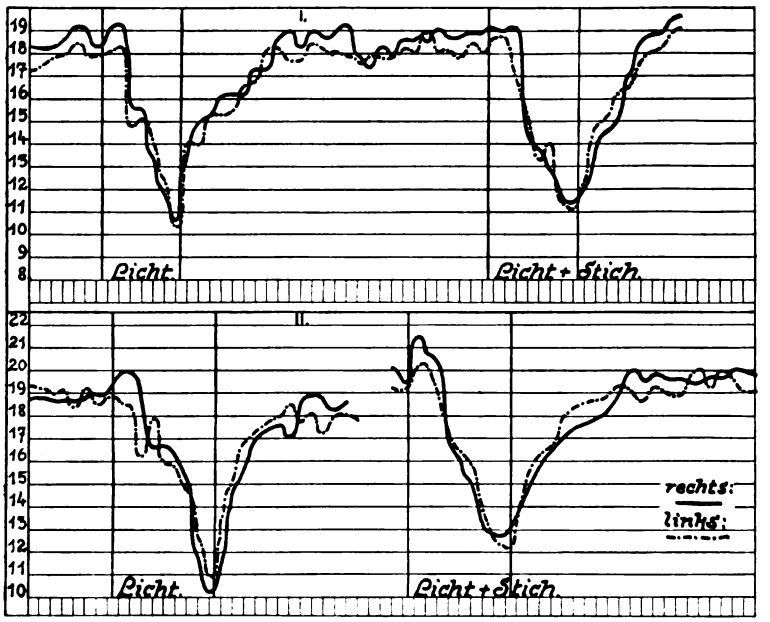


Abb. 31. **Lichtreaktion und Schmerzreiz.** Lichtreaktionstyp I. Geringe Beeinflußbarkeit durch Schmerzreize.

Als *Ergebnis* der hier mitgeteilten und anderer Versuche über die Schmerzeinwirkung halten wir fest, daß *die durch Schmerz erzeugten pupillomotorischen Wirkungen größer sind als die durch Schreck erzeugten. Der Lichtreflex der Pupille wird durch Schreck- oder Schmerzreize mehr oder weniger stark beeinträchtigt und unter Umständen sogar aufgehoben; von dieser starken Beeinträchtigung werden am häufigsten diejenigen Typen des Lichtreflexes betroffen, die an sich durch eine träge Verengerung ausgezeichnet sind. Die konsensuelle Reaktion, die an und für sich im allgemeinen ebenso*

Digitized by Google

stark oder stärker in Mitleidenschaft gezogen wird wie die direkte Reaktion, wird in demjenigen Teil besonders beeinträchtigt, der der Wiedererweiterung dient.

3. Die Wirkungen von Furcht- und Angstzuständen.

Furcht- und Angstzustände wurden suggestiv erzeugt; im allgemeinen durch die Androhung eines Schmerzes, von dem angekündigt wurde, daß er folgen würde, der aber nicht folgte. Dadurch wurde die Versuchsperson in einen Zustand unlustbetonter Spannung versetzt, dessen Intensität einen individuell verschieden hohen Grad erreichte. Ob die Suggestion wirksam wurde, in welchem Grade sie wirksam wurde und welche Sensationen sie erzeugte, wurde hinterher durch Befragen der Versuchsperson festzustellen versucht.

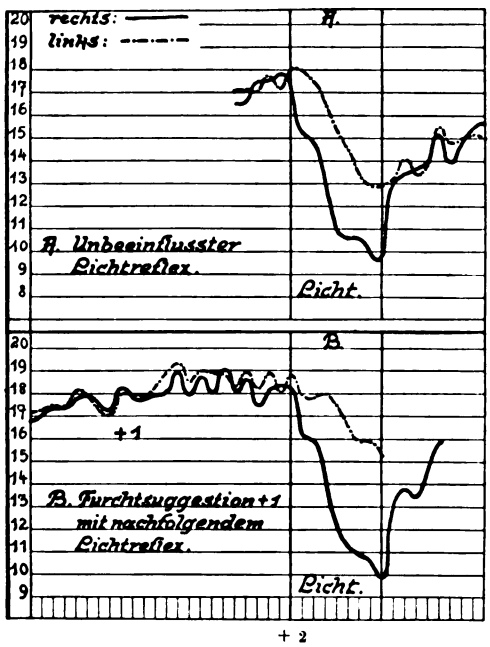


Abb. 32. **Lichtreaktion und Furchteffekt.** Lichtreaktionstyp II.
A: Unbeeinflußter Lichtreflex.
B: Bei + 1 Furchtsuggestion, die Erweiterung der Pupillen bewirkt, bei + 2 Lichtreiz. Der Furchtzustand war subjektiv bereits abgeklungen; die direkte Lichtreaktion wurde nicht beeinträchtigt, wohl aber die konsensuelle.

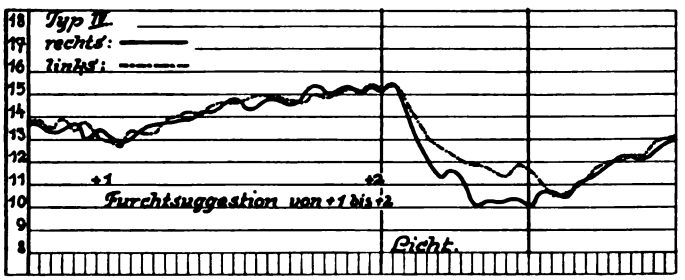
Wir wollen die Ergebnisse unserer Furchtversuche an dem beigegebenen Bildmaterial darzustellen versuchen.

In Abbildung 32, die von einer Versuchsperson des zweiten Reaktionstypus stammt, ist in der zweiten Zeile die Reaktion wiedergegeben, mit der die Pupillen auf eine bei + 1 gesetzte Furchtsuggestion antworteten. Die Pupillen werden stufenförmig weiter, um sich auf dem Maximum der Erweiterung längere Zeit zu halten; dieses Maximum der Erweiterung dauert länger als nach den Angaben der Versuchsperson die erzeugte Furcht subjektiv empfunden wird. Der Furchtzustand war subjektiv abgeklungen, als bei +2 ein Lichtreiz gesetzt wurde. Dieser Lichtreiz zeitigte eine Lichtreaktion, die prompter und ausgiebiger war als die unter A dargestellte, durch

Digitized by Google

keinerlei psychische Reize beeinflußte Lichtreaktion. Die konsensuelle Reaktion hingegen war gegenüber der unter A dargestellten Reaktion deutlich gehemmt.

Ein ganz ähnliches Ergebnis zeitigte der Versuch der Abbildung 33, der von einer Versuchsperson des Typus IV stammt, übrigens der gleichen Versuchsperson, deren unbeeinflußte Lichtreaktion in Abbildung 17 wiedergegeben ist. Wir sehen unter dem Einfluß der Furchtsuggestion, die von +1 bis +2 dauerte, eine starke und kontinuierlich sich vollziehende Erweiterung; die feinen Schwingungen, die in dem aufsteigenden Ast dieser Erweiterung in Abbildung 33 zu sehen sind, sind Ausdruck der Pupillenunruhe. Als dann hinter +2 ein Lichtreiz gesetzt wurde, erweist sich dieser als außerordentlich wirksam: die im Zustand der Furcht erweiterte Pupille macht nunmehr eine Kontraktion durch, die sich zwar von dem Typ der unbeeinflußten Lichtreaktion dieser Versuchsperson hinsichtlich ihrer Form nicht unterscheidet, sie hinsichtlich ihrer Ausgiebigkeit aber um ein Drittel ihres Wertes übertrifft.



Furchtsuggestion mit nachfolgendem Lichtreflex.
Die Furcht war abgelaufen, der Lichtreflex wurde nicht mehr beeinträchtigt.

Abb. 33. **Lichtreaktion und Furchtaffekt.** Lichtreaktionstyp IV.
Bei + 1: Erweiterung der Pupille durch suggestiv erzeugten Furchtzustand; die subjektiv abgeklungene Furcht beeinträchtigte den Lichtreflex nicht mehr.

Diese und andere Versuche, die hier nicht abgebildet sind, lehren, *daß die durch Furcht- beziehungsweise Angstzustände erweiterte Pupille die Lichtreaktion nicht hemmt, sondern fördert, wofern die Lichtreaktion in einem Augenblick ausgelöst wird, in dem die durch den Psychoreflex bewirkte Erweiterung bereits ihr Maximum erreicht hat.*

Wir erblicken in diesem Verhalten eine Analogie zu dem Verhalten, das die Pupille zeigte, wenn sie unter dem Einfluß von Schmerz- und Schreckreizen erweitert war.

Digitized by Google

Es fragt sich, wie die Pupille sich verhält, wenn die erweiternden Tendenzen der Psychoreaktion und die verengernden der Licht-

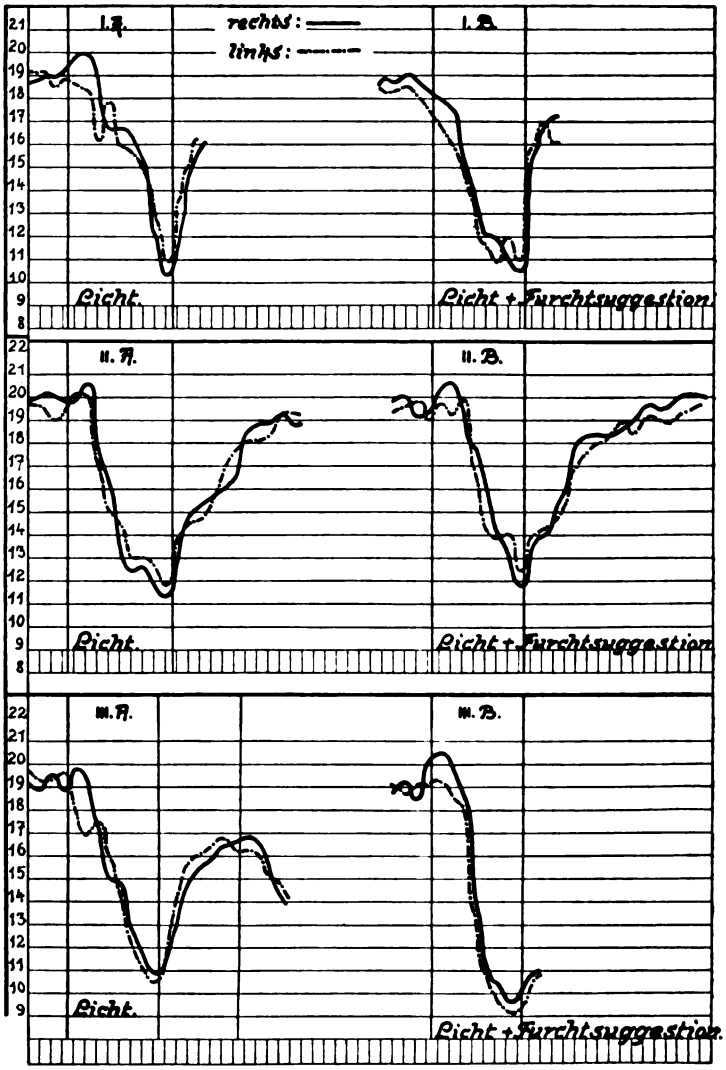


Abb. 34. Lichtreaktion und Furchtaffekt. Lichtreaktionstyp I.
A: unbeeinflußte Lichtreaktionen.
B: Lichtreaktion bei noch wirksamem Furchtaffekt.

reaktion aufeinander treffen, das heißt, wenn der Lichtreiz in das Stadium der aktiven Erweiterung durch den Psychoreflex hineintrifft. Wir wollen diese Frage an Hand des uns vorliegenden Materials be-

Digitized by Google

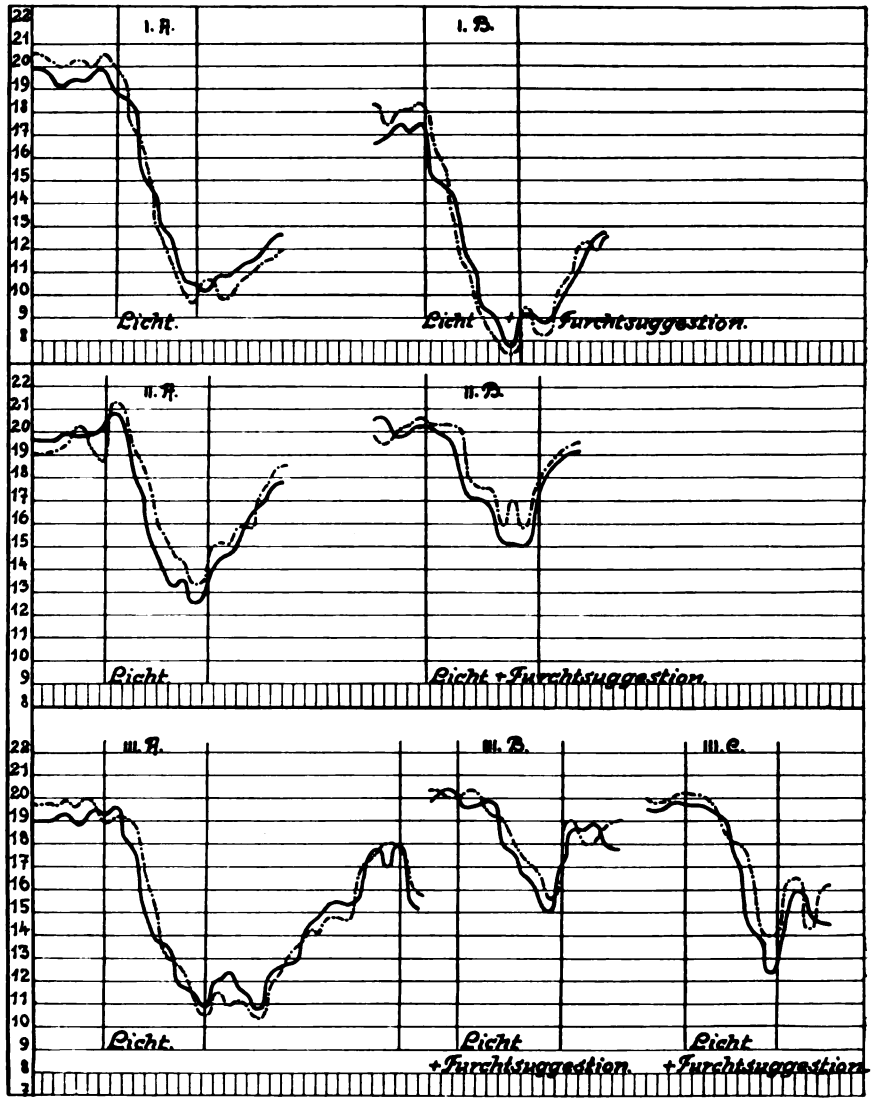


Abb. 35. **Lichtreaktion und Furchtaffekt.** Lichtreaktionstyp II.
A: unbeeinflußte Lichtreaktionen.
B: Lichtreaktionen bei noch wirksamem Furchtaffekt.

antworten, und zwar getrennt durch die vier verschiedenen Typen der Lichtreaktion.

In Abbildung 34 geben wir drei gleichartige Versuche wieder, die an drei Einzelindividuen des Lichtreaktionstypus I vorgenommen wurden. Wir sehen, daß die Furchtsuggestionen — die übrigens nach

Digitized by Google

den Angaben der Versuchspersonen in allen Fällen subjektiv zu einem Erfolge geführt hatten — *zu einer nennenswerten Hemmung des Lichtreflexes nicht führen konnten, und zwar gleichmäßig weder innerhalb der direkten noch innerhalb der konsensuellen Reaktion.*

Aus diesen und ähnlichen Experimenten folgt, daß der Lichtreaktionstyp I, der durch schnelle Kontraktion und ebenso schnelle Wiedererweiterung bei Lichteinfall gekennzeichnet ist, durch Furchtsuggestion nicht nennenswert beeinflußt werden kann. Es ist offenbar so, daß die Kraft des erweiternden Psychoreflexes im Verhältnis zu der Kraft des verengernden Lichtreflexes so gering ist, daß sie praktisch keine Rolle mehr spielt.

In der Abbildung 35 sind Einwirkungen von Furchtsuggestionen auf den Lichtreaktionstyp II, der durch schnelle Kontraktion und langsame Wiedererweiterung gekennzeichnet ist, wiedergegeben. Wir sehen, daß innerhalb dieses Reaktionstyps Wirkungen auftreten, die

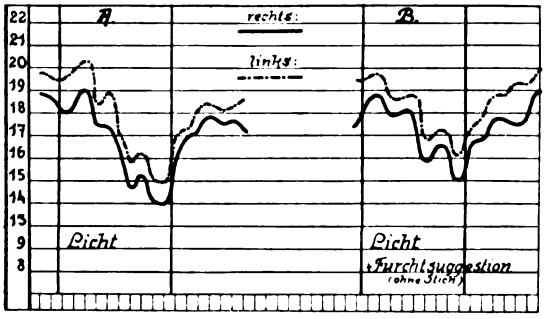


Abb. 36.
Lichtreaktion und Furchtaffekt. Lichtreaktionstyp III.
A: unbeeinflußte Lichtreaktion.
B: durch Furchtaffekt stark beeinflußte Lichtreaktion der gleichen Versuchspersonen.

individuell außerordentlich verschieden stark sind. Unter I sehen wir, daß die Lichtreaktion durch die gleichzeitig einsetzende Furchtsuggestion so gut wie garnicht beeinflußt ist; unter II sehen wir die Lichtreaktion durch die Furchtsuggestion so stark gehemmt, daß sie nur zwei Drittel des Ausmaßes der unbeeinflußten Reaktion erreicht, und unter III, das heißt also in einem dritten Fall, sehen wir sie noch stärker gehemmt; sie erreicht nur die Hälfte des normalen Ausmaßes. Bei einer Wiederholung der gleichen Furchtsuggestion (III C) finden wir die Hemmung des Lichtreflexes wesentlich geringer. Die Frage nach der subjektiven Wirkung der Furchtsuggestion wurde von der Versuchsperson dahin beantwortet, daß der erzeugte Furchtaffekt wesentlich weniger intensiv war als in dem Versuche III B. Das zeigt uns, daß es nicht allein der somatisch bestimmte Grundtyp ist, durch den das Maß der Hemmung bestimmt wird, durch den der Grad der psychischen Beeinflußbarkeit in gleicher Weise für alle psychischen

Digitized by Google

Reize ein für alle Mal festgelegt wäre; die Hemmung des Lichtreflexes ist vielmehr sowohl vom somatischen Grundtyp als von dem Maße der psychophysischen Ansprechbarkeit als schließlich auch von dem Grade abhängig, in dem subjektive Affekte in der Versuchsperson ausgebildet und bewußt wurden.

Starke Hemmungen des Lichtreflexes durch Furchtsuggestion können wir bei Typus III und IV beobachten, wie sich aus den Abbildungen 36 und 37 ergibt. Die Reaktionen B der Abbildung 36 und C der Abbildung 37 sind so gering, daß sie sich praktisch, das heißt, bei der unmittelbaren Beobachtung mit dem bloßen Auge, der Licht-

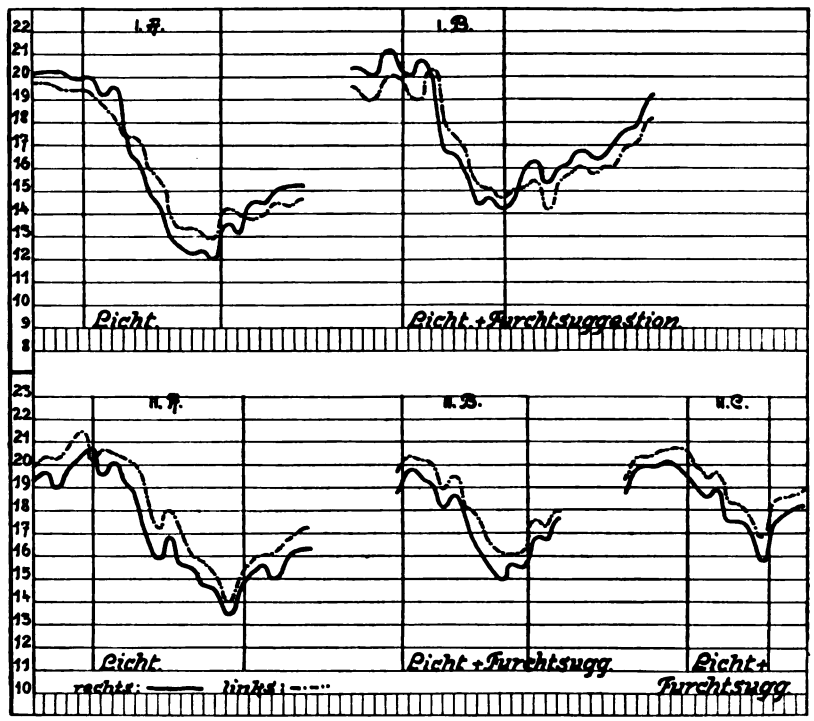


Abb. 37. **Lichtreaktion und Furchtaffekt.** Lichtreaktionstyp IV.
A: unbeeinflußte Lichtreaktionen.
B: durch Furchtaffekt beeinflußte Lichtreaktionen.
II C: Wiederholung der Furchtsuggestion von II B. Subjektive und objektive Wirkung wesentlich weniger intensiv.

starre nähern. Andererseits beweist der erste Fall der Abbildung 37, daß es sich hier um individuelle und nicht um typische Hemmungsformen handelt.

So lehren uns diese Versuche, daß *Furchtzustände, wenn sie bereits eine maximale Erweiterung der Pupille herbeigeführt hatten,*

Digitized by Google

den Lichtreflex nicht hemmen, sondern nach Reaktionsgeschwindigkeit und Ergiebigkeit eher fördern. Andererseits vermögen Furchtzustände in einem Stadium, in dem sie noch aktiv Pupillenerweiterung erzeugen, mehr oder weniger starke Hemmungen der Lichtreaktion hervorzurufen. Das Maß dieser Hemmung hängt zwar in erster Linie ab von dem individuellen Grade der psychophysischen Beeinflußbarkeit einerseits und der Intensität der erzeugten subjektiven Furchtzustände andererseits; darüber hinaus aber ließ sich feststellen, daß die Formen des Reaktionstyps I im allgemeinen sehr wenig, die des Reaktionstyps II etwas stärker gehemmt waren; daß sich hingegen die stärksten Hemmungen bei den Reaktionstypen III und IV finden.

4. Aktive Muskelspannung und Pupillen.

In der Erörterung über die wechselnde Lichtstarre der Katatoniker hat die Frage nach der Bedeutung aktiver Muskelspannung *(Redlich, A. Westphal, Löwenstein, E. Meyer)* eine Rolle gespielt, so daß wir der Frage, welchen Einfluß aktive Muskelspannung beim Gesunden auszuüben imstande ist, nachzugehen haben.

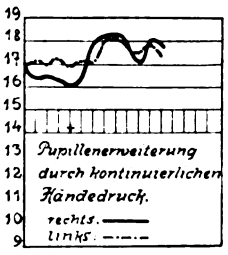


Abb. 38. **Erweiterung der Pupillen durch kontinuierlichen Händedruck,** der bei + einsetzte.
Rasche und ausgiebige Erweiterung, kontinuierliche Wiederverengerung.

In Abbildung 38 ist der Einfluß kontinuierlichen Händedrucks auf die Pupillenweite abgebildet. Wir sehen eine rasche und sehr weitgehende Erweiterung auftreten, der bald eine Verengerung folgt, die kontinuierlich abläuft.

In Abbildung 39 sind weitere Beispiele für den Einfluß kontinuierlichen Händedrucks wiedergegeben. Bei +1 in Abbildung A wurde durch Händedruck eine typische Erweiterung erzielt. Dieser Händedruck dauerte über die nachfolgende Lichtreaktion fort; die Lichtreaktion erwies sich als weniger ausgiebig und auch etwas träger, ohne aber sehr starken Einfluß auf den Gesamtverlauf auszuüben; die konsensuelle Reaktion hingegen wurde stark gehemmt.

Unter B (Abbildung 39) war durch starken Händedruck ein Druckschmerz erzeugt. Wir sehen die Pupille bei +2 sich stark und

Digitized by Google

sehr prompt erweitern; aber sie verengert sich trotzdem sofort und in typischer Form wieder, als bei +3 ein Lichtreiz gesetzt wurde;

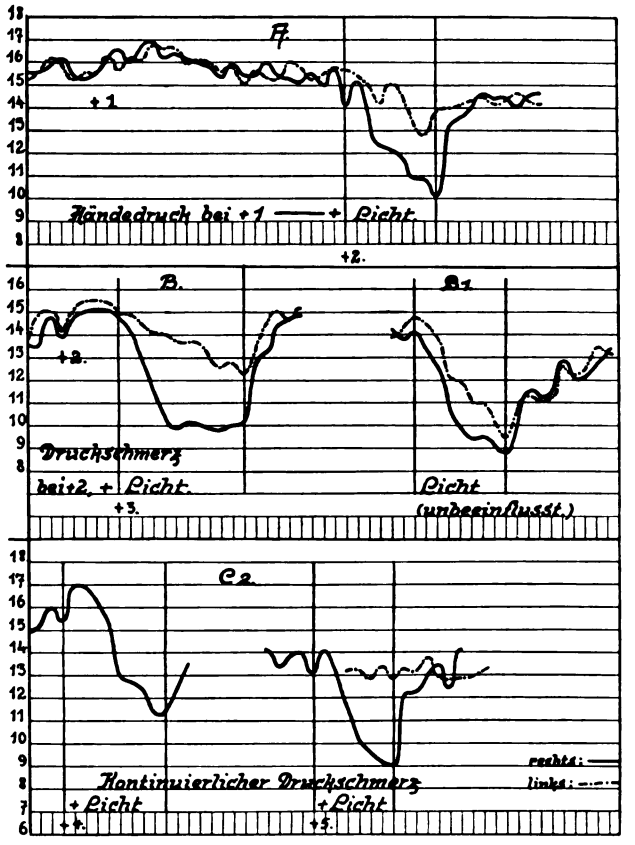


Abb. 39. **Beeinflussung der Pupille durch langdauernden, schmerzhaften Händedruck.**

A: bei +1: Erweiterung der Pupillen durch nicht schmerzhaften Händedruck.
bei +2: Lichtreaktion, während der Händedruck andauerte. Die direkte Lichtreaktion war ein wenig träger und weniger ausgiebig als normal, die konsensuelle Lichtreaktion war stark gehemmt.

B: bei +2: starke und sehr prompte Erweiterung der Pupille durch schmerzhaften Händedruck.
bei +3: Lichtreaktion, während der Händedruck andauerte.
B_1: unbeeinflußte Lichtreaktion zum Vergleich mit B +2.
C_2: Während des ganzen Versuches schmerzhafter Händedruck.
bei +4: Lichtreaktion, bei der die pupillenerweiternden Wirkungen, die vom Händedruck ausgehen, zunächst über die pupillenverengernden des Lichtreizes prävalieren.
bei +5: Die Pupille ist konsensuell starr, während die direkte Lichtreaktion relativ unbeeinflußt bleibt.

dabei erwies sich die konsensuelle Reaktion als sehr stark gehemmt. Der starke Druckschmerz wiederum, der in dem Versuch C_2 gleichzeitig mit dem Lichtreiz bei +4 gesetzt wurde, bewirkte, daß zu-

Digitized by Google

nächst die Erweiterung über die Verengerung prävalierte. Erst allmählich gewannen die verengernden Tendenzen des Lichtreizes die Überhand; im ganzen blieb die Lichtreaktion stark gehemmt. Als aber bei +5 ein weiterer Lichtreiz gesetzt wurde, war insoweit Gewöhnung an den Druckschmerz eingetreten, als nunmehr die direkte Lichtreaktion relativ ungehemmt erfolgte, die konsensuelle freilich ausblieb. Bei allen diesen Versuchen erwies sich die konsensuelle Reaktion gegenüber der direkten Reaktion als die wesentlich stärker gehemmte; bei +5 in C_2 der Abbildung 39 war die konsensuelle Reaktion noch gleich Null, während die direkte — wie wir schon sagten — bereits wieder ausgiebig und prompt erfolgte.

Zusammenfassend läßt sich sagen: Druckschmerz und aktive Muskelspannung erzeugen in gleicher Weise Erweiterung der Pupille, der Druckschmerz quantitativ mehr als die aktive Muskelspannung. Den Lichtreflex vermögen beide jedoch nur so lange zu hemmen, als der Lichtreiz in das Stadium der aktiven Erweiterung hinein fällt. Hat die Erweiterung erst ihr Maximum erreicht, so befördert sie Maß und Tempo der nachfolgenden Lichtreaktion, nicht aber vermag sie sie mehr zu hemmen.

Überblicken wir noch einmal das Material, das wir zur Kenntnis der Psychoreflexe und ihrer Bedeutung für den Ablauf der Lichtreflexe beibringen konnten, so läßt sich dazu folgendes sagen:

1. Die Anschauung, daß die infolge von psychischen Reizen sich einstellende Pupillenerweiterung träge, „fast wurmförmig" verläuft, hat sich als unhaltbar erwiesen. Die Form der Erweiterung ist abhängig von der Natur des psychischen Reizes; Schmerzreize bewirken eine andere Form der Erweiterung als Schreckreize, diese wiederum eine andere Form als Furcht- oder Angstzustände und dergleichen mehr.

2. Alle psychischen Reize erzeugen Erweiterungen, die für beide Augen prinzipiell die gleiche Form haben.

3. Durch psychische Reize erweiterte Pupillen erweisen sich für den Lichtreflex als gehemmt, solange sich die Pupillen auf Grund noch wirksamer psychischer Momente im Stadium fortschreitender Erweiterung befinden; in jedem Falle zum Beispiel

Digitized by Google

dann, wenn psychische Reize und Lichtreize gleichzeitig gesetzt werden. In diesem Falle ist die resultierende Form der Pupillenbewegung das Ergebnis einander widerstreitender Tendenzen, die sich aus der Erweiterung durch die psychische Einwirkung und die Verengerung durch die Lichteinwirkung ergibt. Welche Form der Pupillenbewegung resultiert, hängt ab von der Kraft der beteiligten Faktoren, und diese ist wiederum abhängig von der Intensität der auslösenden Reize einerseits, von konstitutionellen Faktoren andererseits. Unter den konstitutionellen Faktoren konnten wir diejenigen besonders herausstellen, die zu bestimmten Formen des unbeeinflußten Lichtreflexes führten. Diese Formen waren durch ihre Zugehörigkeit zu dem einen oder dem anderen der vier von uns herausgestellten Lichtreaktionstypen charakterisiert.

4. Psychische Zustände, die bereits eine maximale Erweiterung der Pupille erzeugt hatten, hemmen den Lichtreflex nicht, wofern nicht der auslösende psychische Reiz noch aktiv wirksam ist. Sie vermehren die Ausgiebigkeit und die Promptheit der Verengerung auf Lichteinfall und bewirken in der Form des Ablaufes nur geringe Veränderungen gegenüber dem vollständig unbeeinflußt sich abspielenden Lichtreflex.

5. Hochgradig ermüdete, auf Lichteinfall nicht mehr reagierende Pupillen, die durch psychische Einwirkungen erweitert werden, erweisen sich durch diese Erweiterung im Hinblick auf die vorangegangene Ermüdung als erholt. Diese an den Pupillen exakt nachzuweisende Tatsache des Antagonismus zwischen Ermüdung und psychisch bedingter Erholung im Bereiche des vegetativen Systems hat im Bereiche der willkürlich innervierten Muskulatur zahlreiche Analogien. Es ist theoretisch von großer Wichtigkeit, daß dieser Antagonismus auch im Bereiche des vegetativen Systems besteht.

Digitized by Google

V. Die Pupillenunruhe.

1. Allgemeines.

Die Pupillenunruhe ist Gegenstand vielfacher Untersuchungen gewesen, seitdem sie im Jahre 1881 von *Rieger* und *Forster* beobachtet worden ist, und seitdem behauptet wurde, daß sie, ebenso wie die Psychoreflexe, bei der Dementia praecox und anderen zur Verblödung führenden geistigen Erkrankungen in 60 und mehr Prozent der Fälle fehle. Seitdem hat einer vom anderen die Anschauung übernommen, daß die Pupillenunruhe Ausdruck psychischer Vorgänge sei, und diese Anschauung hat sich im Wechsel aller übrigen Anschauungen fast wie ein Dogma erhalten.

Was ist die Pupillenunruhe symptomatisch, und was besagen unsere Experimente über ihre Natur?

Unter dem Begriff der Pupillenunruhe faßt man die feinen Bewegungen zusammen, von denen der Irisrand dauernd betroffen wird. Diese Bewegungen betreffen nicht die ganze Zirkumferenz der Pupille; sie erzeugen mithin auch nicht eine überall gleichmäßige Verengerung oder Erweiterung. Sie vollziehen sich „ausgesprochen partiell und ungleich. In größeren oder kleineren Zwischenräumen erfolgt bald hier, bald da eine umschriebene Erweiterung von kurzem Ausschlag, der alsbald unter Zusammenziehung und Verkürzung der gleichen Stelle eine Verengerung folgt. Vielfach besteht an den einzelnen Stellen der Zirkumferenz eine peristaltische Bewegung: die eine Stelle verengt sich, während eine andere, ihr oft unmittelbar benachbarte, sich erweitert. Fast keine Stelle der Zirkumferenz verharrt in Ruhe. Die Schnelligkeit der Bewegung ist nicht nur bei den verschiedenen Individuen, sondern auch bei der gleichen Person, und auch zu verschiedenen Zeiten verschieden *(Weiler* 1910). Ebenso inkonstant ist der Bewegungsausschlag, der nur ausnahmsweise eine Größe über $^1/_2$ mm (nach *Bumke* bis zu 1 mm) erlangt und dadurch auch makroskopisch nachweisbar wird“[1]).

Diese Pupillenunruhe wird bei keinem Gesunden vermißt; nur im höheren Alter soll sie fehlen oder doch nur angedeutet sein. Sie ist unabhängig von der Stärke der Belichtung, sobald sich die Retina pupillomotorisch adaptiert hat; sie findet sich bei jeder Pupillenweite und bei jedem Grade der Konvergenz. Sie verschwindet weder bei leichter Chloroformnarkose, noch bei Morphium-, Opium- oder Eserin-

[1]) *Karl Behr,* Die Lehre von den Pupillenbewegungen. Berlin 1924, S. 46.

Digitized by Google

miose; dagegen verschwindet sie im tiefen Schlaf, in tiefer Narkose und bei der Atropinmydriasis[1]).

Durch Vergrößerung der Pupillenunruhe sollen wurmförmige Zuckungen entstehen können, die „im Grunde nichts anderes sind als eine Vergröberung der physiologischen Unruhe. Sie bilden offenbar schon den Übergang zu pathologischen Veränderungen, in deren Anfangsstadien sie mit großer Häufigkeit beobachtet werden" *(Behr)*.

Im Gegensatz hierzu wird von *Behr* der Hippus als eine ausgesprochen rhythmische, konzentrische Bewegung des ganzen Pupillenrandes bezeichnet, während *Wilbrand* und *Saenger*[2]) den Hippus als eine gesteigerte Form der Pupillenunruhe auffassen; zwischen Pupillenunruhe und Hippus sollen fließende Übergänge existieren. „Während jedoch jene sich in langsamen und unregelmäßigen Änderungen des Pupillenrandes vollziehen, zeigen sich diese intensiver und von stürmischerem Rhythmus. Diese Bewegungen des Hippus sind von der Belichtung des Auges und der Konvergenz ebenso unabhängig wie von sensiblen und psychischen Reizen." Die Schwankungen der Pupillenweite sollen nach *Damsch*[3]) ganz regellos sein; die einzelnen Bewegungen sollen verschiedenes Ausmaß, die Pausen zwischen den einzelnen Kontraktionen verschiedene Dauer zeigen, die zwischen 1 und 2 Sekunden schwanken sollen.

Über die Natur der Pupillenunruhe hat bis in die neueste Zeit hinein eine fast vollkommen einheitliche Auffassung geherrscht. Sie soll unabhängig sein von den Schwankungen des Blutdrucks und der Atmung, von der Akkomodation und der Konvergenz. Sie soll allein abhängen von sensiblen und sensorischen Erregungen, die der Iris dauernd zufließen, wobei auch noch Schwankungen der äußeren Belichtung gleichfalls mitwirken mögen[4]).

Behr nimmt an, die Pupillenunruhe sei das Resultat eines dauernden Wettkampfes zwischen sensiblen, sensorischen oder psychischen Erweiterungsimpulsen einerseits und den durch den Lichtreiz gegebenen Verengerungsimpulsen andererseits. *Forster* und *Schlesinger* bringen die Pupillenunruhe in erster Linie in Zusammenhang mit der Akkomodation und gegebenenfalls auch mit der Lichtintensität. Diese Schwankungen kämen dadurch zustande, daß der gesunde

---

[1]) Vgl. *Behr*, a. a. O.

[2]) *Wilbrand* und *Saenger*, Die Neurologie des Auges. Die Störungen der Akkomodation der Pupille. München 1922.

[3]) Neur. Zbl., Bd. 9, S. 258.

[4]) *Wilbrand* und *Saenger*, a. a. O., S. 37.

Digitized by Google

Mensch durch äußere Reize dauernd veranlaßt werde, seine Akkomodationsstellung zu ändern. Wo aber, wie zum Beispiel bei der Dementia praecox, die psychische Regsamkeit herabgesetzt werde, ließe sich der Kranke durch unbedeutende äußere Reize wenig oder garnicht ablenken, und infolgedessen verschwinde die Pupillenunruhe. Letzten Endes sind also auch für *Forster* und *Schlesinger* psychische Momente maßgebend, wenn auch unter Einschaltung nichtpsychischer Zwischenglieder, eben der Akkomodation und der Lichtempfindlichkeit. Diese Ansicht von *Forster* und *Schlesinger* wird durch *Bumke* als unrichtig erklärt.

Auf Grund umfangreicher Experimente hat *O. Löwenstein*[1]) nachgewiesen, daß die Pupillenunruhe in ihrem wesentlichen Teile weder auf psychischen Vorgängen noch auf Vorgängen der Akkomodation oder der Lichtreagibilität beruhe, sondern auf periodischen Tonusschwankungen, die autochthon entstehen und ablaufen. Diese Tonusschwankungen sind als Teilerscheinungen der periodischen Tonusschwankungen anzusehen, die sich überall im Körper abspielen, und die an der Pupille nur deshalb so deutlich hervortreten, weil die Iris als ein frei endender Saum hierfür ein besonders geeigneter Indikator sei. Während allgemein, ausdrücklich zum Beispiel von *Behr,* angenommen wird, daß die Bewegungen der Pupillenunruhe nichts anderes seien als nichtsystematisierte und dem Grade nach abgeschwächte Psychoreflexe, für die daher auch die gleichen Gesetzmäßigkeiten gelten sollten wie für die Psychoreflexe selbst, beweist *Löwenstein,* daß es vollkommen verschiedene Gesetzmäßigkeiten sind, die das Auftreten und Verschwinden der Psychoreflexe einerseits und der Pupillenunruhe andererseits bestimmen.

Durch graphische Registierung auf Grund des kinematographischen Experimentes gelingt es, nebeneinander verlaufende Psychoreflexe und Pupillenunruhe voneinander abzugrenzen.

Wir wollen diese Untersuchungen *Löwensteins* über die Symptomatologie und die Natur der Pupillenunruhe an Hand weiteren Materials im folgenden erneut nachprüfen und ergänzen.

2. *Die Erscheinungen der Pupillenunruhe und ihre Beziehungen zu den vier Typen der Lichtreagibilität.*

Jede Messung der Pupillenunruhe wird die besonderen Eigenschaften der Pupillenunruhe zu berücksichtigen haben, die darin be-

---

[1]) *O. Löwenstein,* Über die Natur der sogenannten Pupillenunruhe. Experimentell-kinematographische Untersuchungen. Monatsschr. f. Psychiatrie und Neurol., Bd. 46. 1927.

Digitized by Google

stehen, daß die Pupillenunruhe nicht die ganze Zirkumferenz der Pupille betrifft, sondern in umschriebenen Erweiterungen und Verengerungen besteht. Wir durften daher nicht die Veränderungen eines beliebigen Durchmessers mit einander vergleichen; wir mußten vielmehr die Veränderungen in Betracht ziehen, die ein und dieselbe Pupille an ein und derselben Stelle nacheinander erfuhr. Die Methoden, nach denen das mit möglichster Vermeidung der in Frage kommenden Fehlerquellen geschehen konnte, sind von *O. Löwenstein*[1]) erörtert worden. Sie mußten auch hier berücksichtigt werden.

Wir sehen als Ausdruck für die Pupillenunruhe Bewegungen von kürzeren oder längeren Perioden und von verschieden starkem Ausmaß. Wir kennen schnell und relativ gleichmäßig verlaufende Formen der Pupillenunruhe, in denen die Bewegungen mehr oder weniger groß sind; daneben kennen wir relativ langsame und flache, mehr oder weniger unregelmäßige Bewegungen; diese verschiedenen Qualitäten können in wechselnder Kombination mit einander verbunden sein, so daß eine ungeheure Mannigfaltigkeit von Bewegungsformen resultiert. Wir wollen versuchen, die vorkommenden Formen im Anschluß an die Lichtreaktionstypen zu betrachten, mit denen sie nach *Löwenstein* mehr oder weniger eng verbunden sind.

Abbildung 40 gibt Formen der Pupillenunruhe bei drei verschiedenen Personen wieder, die dem Lichtreaktionstyp I angehören. Wir sehen im allgemeinen — besonders bei der Versuchsperson der Zeile I — schnelle, ausgiebige und relativ regelmäßige Schwingungen. Unter A ist die Pupillenunruhe abgebildet, wie sie sich an der Versuchsperson im Ruhezustande abspielte; unter B, nachdem sechsmalig der Lichtreflex ausgelöst und außerdem eine Furchtsuggestion gesetzt war. Man findet, daß die Pupillenunruhe in B die gleiche Form behält, die sie bereits in A hatte. Weder die Ermüdung durch den oft gesetzten Lichtreiz noch die Erweiterung der Pupille durch eine Furchtsuggestion vermochten eine nennenswerte Veränderung in Form und Geschwindigkeit der Pupillenunruhe herbeizuführen. Unter I A findet man einen Hippus derjenigen Pupille, deren Bewegungsablauf gestrichelt gezeichnet ist. Unter I B bei +1 und +2 je einen Hippus der Pupille, deren Bewegungen ausgezeichnet sind. Vergleicht man die Pupillenunruhe des einen Auges mit derjenigen des anderen, so findet man, daß die Bewegungen beider zwar zeitweise einander analog sind, daß sich aber auch große Strecken finden, auf denen sie unabhängig voneinander und zeitweise sogar einander ent-

[1]) *O. Löwenstein*, a. a. O., S. 131 ff.

Digitized by Google

gegengesetzt verlaufen. *Die Pupillenunruhe beider Augen gehört unverkennbar dem gleichen Bewegungstyp an; es ist deutlich erkennbar, daß weder die Ermüdung durch kontinuierliche Lichtreize noch die Einwirkung psychischer Reize den Gesamttyp der Bewegungsform zu beeinflussen imstande sind.*

Die Versuchspersonen der zweiten und dritten Zeile gehören zwar ebenfalls dem Lichtreaktionstyp I an, unterscheiden sich jedoch von der Versuchsperson der ersten Zeile dadurch, daß die Versuchsperson in Zeile II eine etwas trägere Lichtkontraktion, diejenige in Zeile III sowohl eine etwas trägere Kontraktion als auch eine etwas trägere

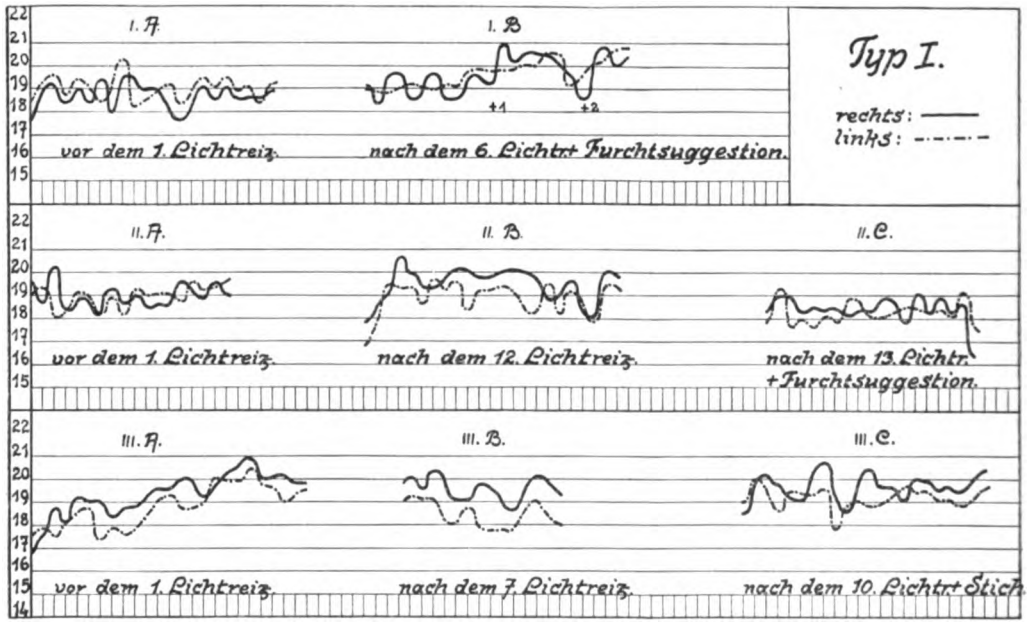


Abb. 40. Formen der Pupillenunruhe bei drei Personen vom Lichtreaktionstyp I.

Wiedererweiterung aufweist. Demgemäß finden wir auch, von Zeile I über Zeile II hinüber nach Zeile III hin, daß die Pupillenunruhe im allgemeinen etwas träger und ungleichmäßiger wird. Bei ein und derselben Versuchsperson hingegen behält die Pupillenunruhe im großen und ganzen den gleichen Charakter auch unter verschiedenen Bedingungen. Weder kontinuierliche Lichtreize, noch Schmerz- oder Schreckreize, noch auch Furchtsuggestionen vermögen diesen Charakter wesentlich zu ändern.

Die Kurven in Abbildung 41 stammen von vier Versuchspersonen des Lichtreaktionstyps II. Die Versuchspersonen der Zeile I und II

Digitized by Google

haben gleiche Kontraktionsgeschwindigkeiten, aber verschieden schnelle Wiedererweiterungen. Die Versuchsperson der Zeile IV hat die schnellste Wiedererweiterung von den vier hier abgebildeten Formen. Die Formen der Pupillenunruhe selbst erweisen sich im

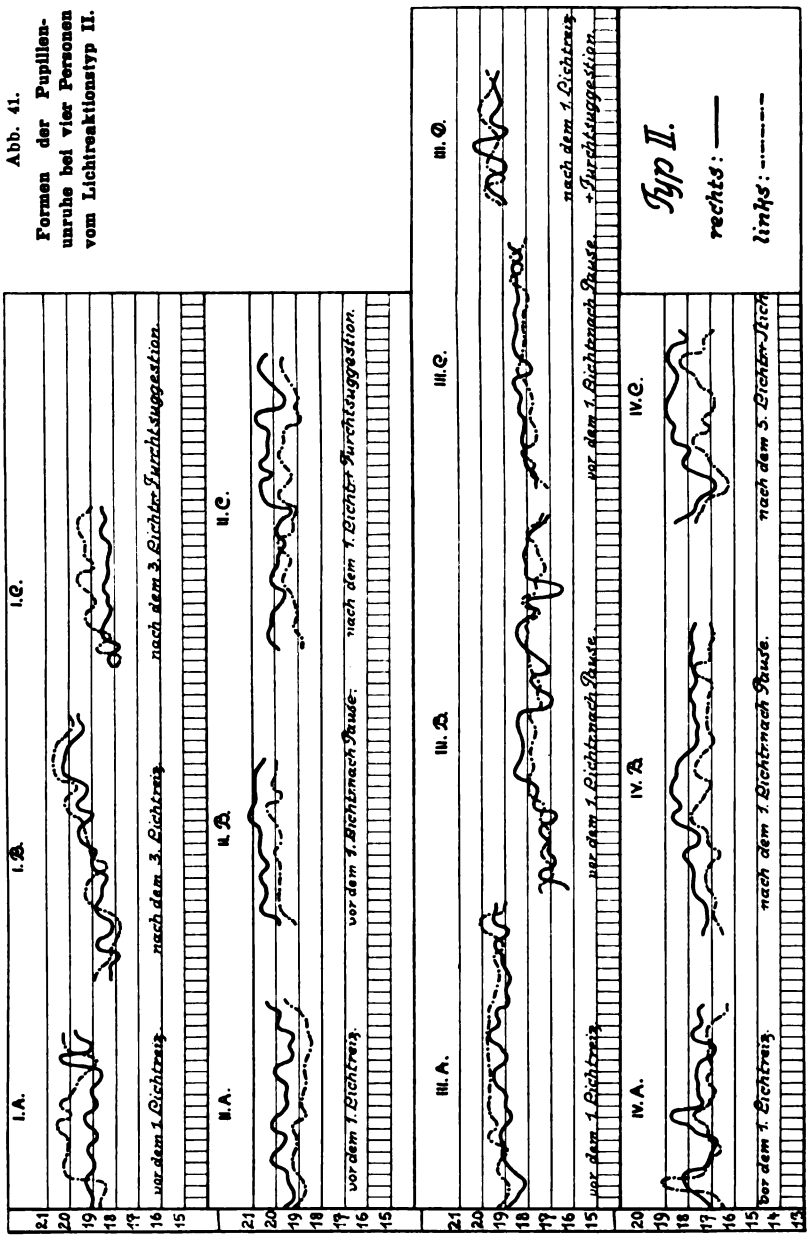


Abb. 41.
Formen der Pupillenunruhe bei vier Personen vom Lichtreaktionstyp II.

Digitized by Google

Vergleich zu denen der Abbildung 40 (Typ I) als sehr viel unausgiebiger und zum Teil auch träger. Im übrigen gelten die gleichen Gesetzmäßigkeiten, die wir für den Typ I aufweisen konnten, insbesondere können wir auch hier feststellen, daß bei ein und derselben Versuchsperson der Gesamttyp relativ konstant bleibt, daß die Pupillenunruhe beider Seiten unabhängig voneinander sich abspielt, und daß Licht- und psychische Reize keinerlei Einfluß auf die Gestaltung des Typs der Pupillenunruhe haben. Im großen und ganzen kommt bei Typus II der Hippus seltener vor als bei Typus I, ohne daß wir aber einen festen Zusammenhang behaupten wollen. Noch träger und unausgiebiger werden die Bewegungen der Pupillenunruhe beim Typus III (Abbildung 42), und ein Maximum der Unregelmäßigkeit, Trägheit und Unausgiebigkeit erreichen sie beim Typ IV (Abbildung 43). Von Typ I nach Typ IV hin wird das Vorkommen des Hippus immer seltener, wenngleich der Hippus nirgendwo ganz fehlt. Eine Abhängigkeit von psychischen Reizen konnte ebensowenig beobachtet werden, wie eine Abhängigkeit von dem Erschöpfungszustand gegenüber Lichtreizen.

Wenn wir das gesamte Material überblicken, das wir zur Frage der Pupillenunruhe sammeln konnten, so können wir zusammenfassend[1]) folgendes sagen:

1. Jeder Mensch hat eine ihm eigentümliche individuelle Form der Pupillenunruhe, die in ihrem Typ im großen und ganzen auch unter wechselnden Bedingungen konstant bleibt. Sie ist in ihrer Erscheinungsform abhängig von dem Lichtreaktionstyp, dem eine Versuchsperson angehört.

2. Die Pupillenunruhe der einen Seite ist in ihrem Verlauf relativ unabhängig von demjenigen der anderen Seite. Wenn beide auch im allgemeinen parallel verlaufen, so gibt es doch — auch unabhängig von dem sich oft einschiebenden Hippus — Verlaufsformen, die völlig unabhängig von einander sind. Diese Unabhängigkeit der Pupillenunruhe des einen Auges von derjenigen des anderen Auges weist darauf hin, daß es sich bei der Pupillenunruhe in ihrem wesentlichen Teil weder um den Ausdruck psychischer Vorgänge noch um den Ausdruck akkomodativer Vorgänge handelt.

[1]) Vgl. *Löwenstein*, a. a. O., S. 146.

Digitized by Google

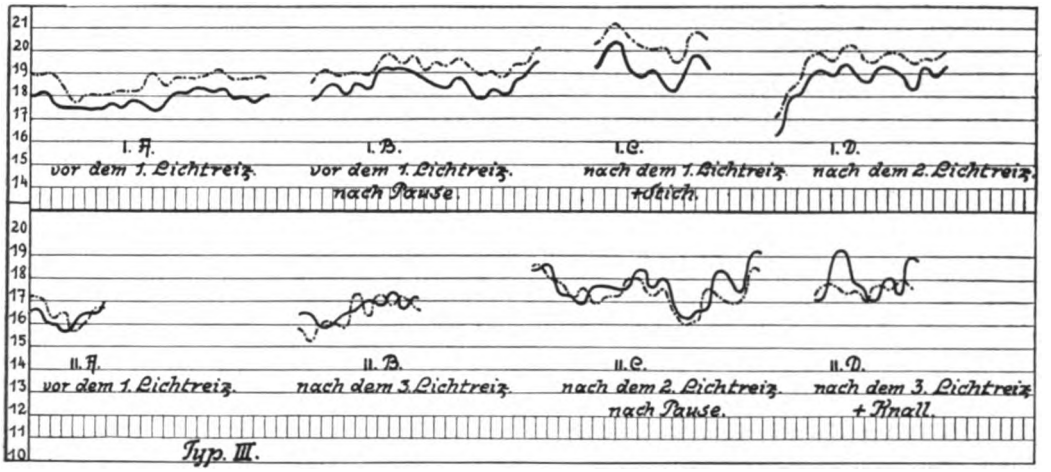


Abb. 42. Formen der Pupillenunruhe bei vier Personen vom Lichtreaktionstyp III.

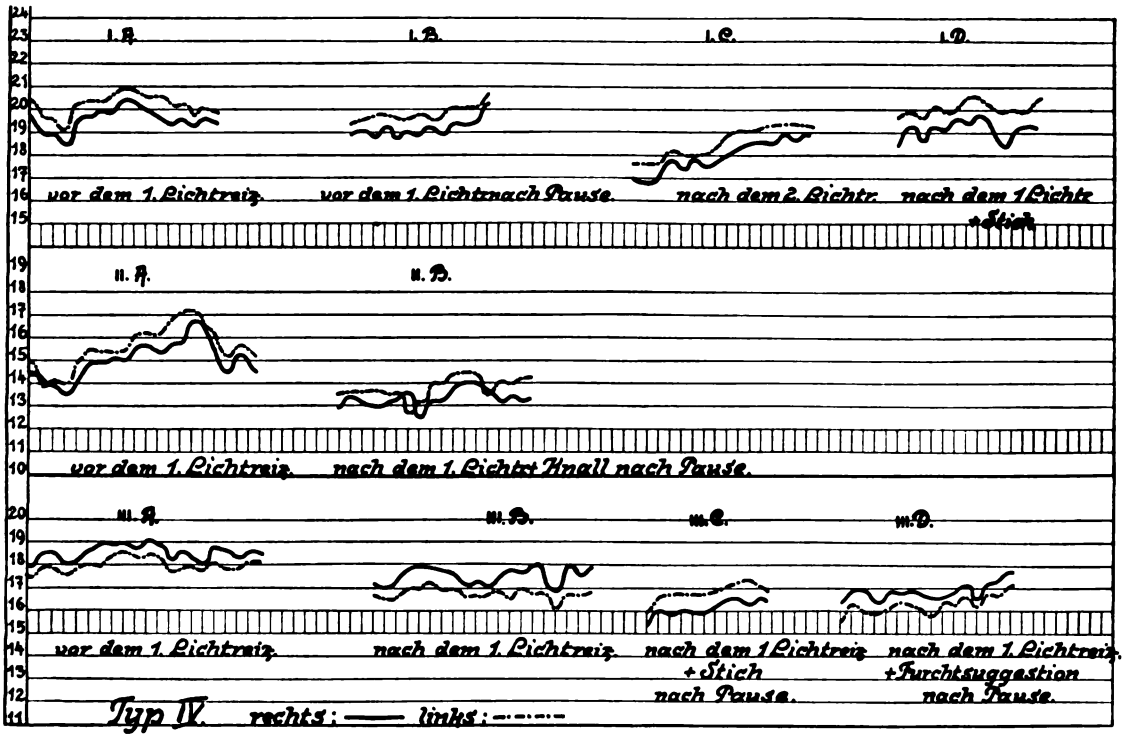


Abb. 43. Formen der Pupillenunruhe bei vier Personen vom Lichtreaktionstyp IV.

Digitized by Google

3. Es handelt sich bei der Pupillenunruhe um periodische Tonusschwankungen, die nahezu ausschließlich von somatischen Faktoren bestimmt werden. Ihr Ausmaß, ihre Geschwindigkeit und ihre anderen Eigenschaften sind abhängig von einem Grundtonus der Irismuskulatur; dieser Grundtonus ist es, der in gleicher Weise die Grundformen der Pupillenunruhe wie den Lichtreaktionstypus bestimmt, zu dem der einzelne gehört.

4. Lichtreaktionstyp und Typ der Pupillenunruhe werden nicht durch einander bestimmt; sie hängen beide in gleicher Weise von dem Grundtonus der Irismuskulatur ab.

5. Die Pupillenunruhe als periodische Tonusschwankung ist eine Teilerscheinung der überall an der Körpermuskulatur sich abspielenden Tonusschwankungen, die nur deshalb an der Pupille besonders deutlich hervortreten, weil die Iris als frei endender Saum hierfür ein besonders geeigneter Indikator ist.

6. Der Hippus ist relativ häufig beim Lichtreaktionstyp I, seltener beim Typus II, noch seltener beim Typus III und IV. Darüber hinaus aber ist die Eignung zur Produktion des Hippus eine individuelle Eigenschaft, deren Enstehungsbedingungen wir noch nicht kennen.

Digitized by Google

B. Untersuchungen zur Pathologie und Pathopsychologie der Pupillenbewegungen.

I. Schizophrenie.

1. Die Veränderlichkeit des Lichtreflexes bei Gesunden und bei der Schizophrenie

Die Frage nach dem Verhalten des Lichtreflexes der Pupille bei den verschiedenen Formen der Schizophrenie steht im Mittelpunkt unseres Interesses. Sie war der eigentliche Ausgangspunkt unserer Untersuchungen. Die zuerst 1907 von *A. Westphal*[1]) bei einem Fall von schwerem katatonen Stupor festgestellte Tatsache, daß die gleiche Pupille, die zu Zeiten prompt auf Lichteinfall reagierte, sich zu anderen Zeiten als lichtstarr oder nahezu lichtstarr erwies und dabei sehr ausgesprochene *Verziehungen* zeigte, („katatonische Pupillenstarre", *„wechselnde Pupillenstarre"*), ohne daß eine erkennbare äußere Ursache für diesen Wechsel des Verhaltens auffindbar gewesen wäre, hat *Kehrer*[2]) veranlaßt, dem Phänomen die nichts präjudizierende Bezeichnung „Spasmus mobilis" zu geben. Dieses Symptom kommt, wie die zahlreichen klinischen Beobachtungen *A. Westphals* und seiner Mitarbeiter[3]) zeigten, nicht nur bei den katatonen, sondern bei allen Formen und Verlaufsweisen der Schizophrenie vor und gehört zu den keineswegs seltenen Innervationsstörungen der Iris bei dieser Krankheit. Bevor wir uns der Beschreibung und der Analyse dieser und anderer bei der Schizophrenie vorkommenden Störungen im Bereich der Irisinnervation zuwenden, fragen wir uns, inwieweit im Bereiche des Normalen Analoga zu den Erscheinungen vorkommen, die wir im Bereiche des Pathologischen bei der Schizophrenie beobachten, ganz besonders

---

[1]) *A. Westphal*, Über ein im katatonischen Stupor beobachtetes Pupillenphänomen. Deutsche med. Wochenschr. 1907, Nr. 27 und 1909, Nr. 23.

[2]) *Kehrer*, Ztschr. f. d. ges. Neurol. u. Psych., Bd. 81.

[3]) *Hübner, Sioli, O. Löwenstein, Meyer, Winter, Köster.*

Digitized by Google

auch zu dem Phänomen, das wir heute als Spasmus mobilis bezeichnen.

Die erste Frage, die wir uns vorzulegen haben, lautet demgemäß: In welchem Grade und in welchem zahlenmäßigen Umfange können wir unter physiologischen Verhältnissen bei ein und demselben Menschen und bei offensichtlich gleichen äußeren Bedingungen verschieden starke Lichtreaktionen der Pupille beobachten? Oder, anders ausgedrückt: Wie verhält es sich mit der individuellen Variabilität der Lichtreaktion der Pupillen?

Daß das Phänomen des Lichtreflexes nicht den Gesetzen der Variabilität unterworfen sein sollte, das heißt, daß es das eine Mal wie das andere Mal mit mechanischer Gleichförmigkeit und in identischen Ausmaßen abliefe, erscheint von vorneherein unwahrscheinlich. Nirgendwo in der organischen Natur gibt es Erscheinungen, die dem Gesetz der Variabilität nicht unterworfen wären. Es kann also für uns nur die Frage sein, ob den Lichtreflexen der Pupille bei ein und demselben Individuum eine große oder eine kleine Spielbreite zukommt.

Wenn wir das große Material überschauen, das uns zur Beantwortung dieser Frage für den gesunden Menschen zur Verfügung steht, so können wir fünf verschiedene Gradabstufungen unterscheiden, in denen bei ein und demselben Individuum der Lichtreflex der Pupille zu verschiedenen Zeiten verschieden erscheint:

1. die vollständige Übereinstimmung,
2. die nahezu vollständige Übereinstimmung,
3. der mittlere Grad der Abweichung,
4. die hochgradige Abweichung,
5. die extrem starke Abweichung.

Wir wollen diese verschiedenen Grade bildmäßig aufzeigen, um uns dann an Hand des uns vorliegenden Materials darüber klar zu werden, wie häufig die verschiedenen Abweichungen in dem gemischten Material vorkommen.

Abbildung 44 zeigt uns die Lichtreflexe der Pupille bei ein und derselben Versuchsperson — und zwar sehen wir zwei zu verschiedenen Zeiten durchgeführte Versuchsreihen abgebildet. In jeder Versuchsreihe wurden nacheinander fünf Lichtreize gesetzt; die beiden letzten (IV und V) Lichtreize wurden jeweils gleichzeitig mit einem Schmerzreiz und einem Schreckreiz verbunden. Unter I (L_1) sehen wir die beiden jeweils ersten Reaktionen, in II (L_2) die jeweils zweiten und in III (L_3) die jeweils dritten Reaktionen abgebildet; in IV

Digitized by Google

(L+S) ist die durch einen gleichzeitig gesetzten Schmerzreiz komplizierte, in V (L+K) die durch einen gleichzeitig gesetzten Schreckreiz komplizierte Lichtreaktion abgebildet. In sämtlichen 5 Reaktionen ist diejenige, die der ersten Versuchsreihe angehört, mit 1 bezeichnet und in ausgezogener Linie wiedergegeben; diejenige, die der zweiten Versuchsreihe angehört, ist mit 2 bezeichnet und in gestrichelter Linie wiedergegeben. Überall sehen wir, daß die Linien 1 und 2 einen nahezu völlig analogen Verlauf aufweisen, und zwar auch da, wo die Ausgangsweiten verschieden sind, oder wo die Reaktion durch psychische Reize kompliziert wird.

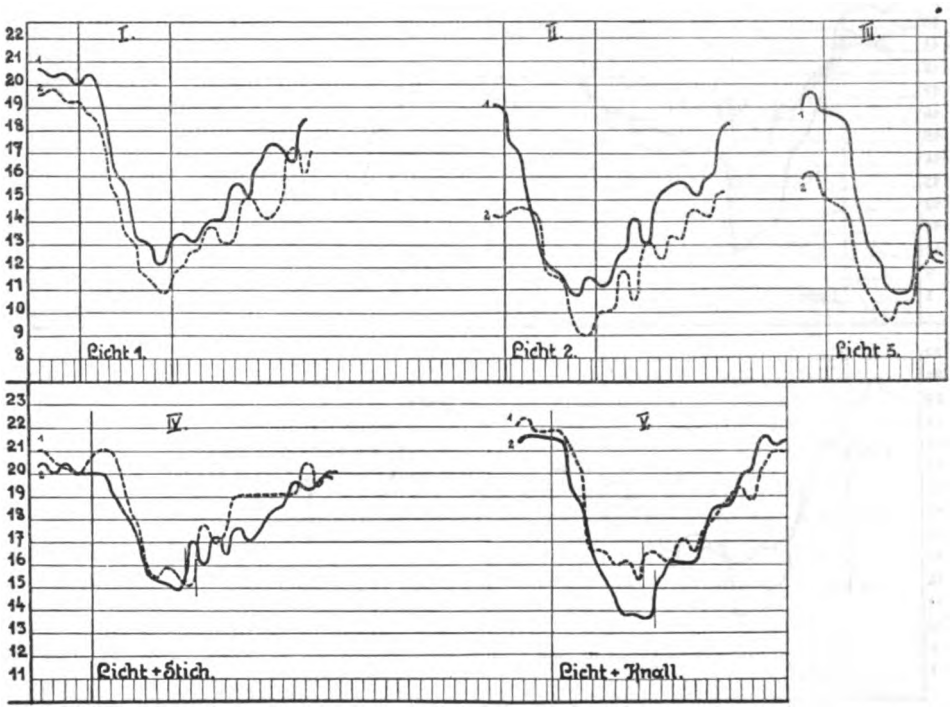


Abb. 44.
Reflexverläufe der Lichtreaktion der Pupille bei ein und derselben Versuchsperson.
Relativ große Übereinstimmung des Verlaufes von Lichtreaktionen, die bei der gleichen Versuchsperson zu verschiedenen Zeiten erzeugt wurden. Zwei Versuchsreihen mit je 5 Lichtreaktionen L_1, L_2, L_3, L + S, L + K. Die zur ersten Versuchsreihe gehörigen Reaktionen sind ausgezogen und mit 1 bezeichnet, die zur zweiten Versuchsreihe gehörigen sind gestrichelt und mit 2 bezeichnet.
In sämtlichen 5 Reaktionen zeigen die ausgezogenen Linien 1 und die gestrichelten 2 analoge Verlaufsformen.

Im Gegensatz dazu sehen wir in Abbildung 45 außerordentlich verschiedenartige Reaktionen. Unter L_1 sehen wir vier verschiedene Lichtreflexe, die alle die jeweils ersten in einer Reihe sind. Unter L_2 sehen wir die jeweils zweiten, unter L_3 die jeweils dritten Lichtreize.

Digitized by Google

Wir sehen in diesem Falle — ganz besonders unter L_1 — außerordentlich starke Differenzen in den Verlaufsformen der vier gezeichneten Reaktionen, und diese Verschiedenheiten sind so stark, daß neben der prompt reagierenden Form in I sogar nahezu lichtstarre Pupillen (I_1) erscheinen. Wenn wir fünf Gradabstufungen unterscheiden, in denen Verschiedenheiten in den Lichtreaktionen der gleichen Versuchsperson erscheinen und mit V die größten, mit I aber die kleinsten Differenzen bezeichnen, so sind die Differenzen in L_1 unseres Falles so groß, daß wir sie der Gradabstufung V zuordnen, während wir die

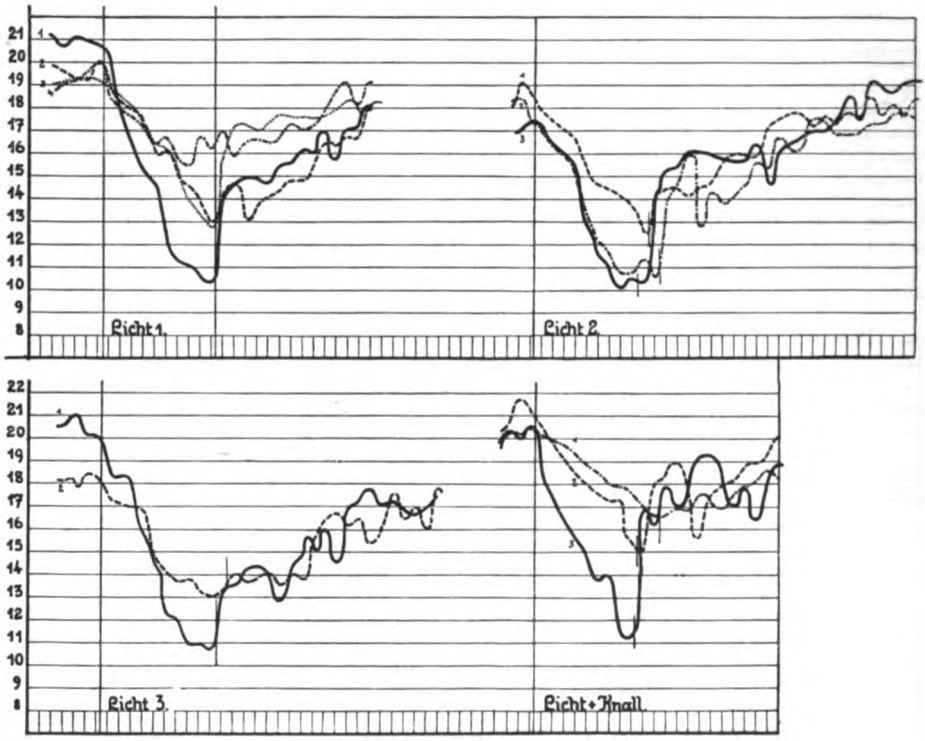


Abb. 45.
Reflexverläufe der Lichtreaktion der Pupille bei ein und derselben Versuchsperson.
L_1: vier Lichtreaktionen, die in ihrer Reihe die jeweils ersten waren.
L_2: drei Lichtreaktionen, die in ihrer Reihe die jeweils zweiten waren.
L_3: zwei Lichtreaktionen, die in ihrer Reihe die jeweils dritten waren.
L + K: drei Lichtreaktionen, die durch gleichzeitig mit dem Lichtreiz gesetzte Schreckreize in der Form ihres Ablaufes verschieden stark modifiziert wurden.

Differenzen unter L_2 in Abb. 45 der Gradabstufung III, die Differenzen in Abb. 44 aber der Abstufung I zuordnen. Daneben finden wir bei ein und derselben Versuchsperson, bei der wir extrem verschiedene Reaktionen antreffen, natürlich durchaus *nicht ausschließlich* extrem verschiedene Ausmaße in den einzelnen Reaktionen; wir finden neben

Digitized by Google

den hochgradig verschiedenen auch nahezu vollständig oder vollständig gleiche Reflexverläufe, wie das zum Beispiel L_1 unserer Abbildung 45 in den beiden Lichtreflexen zum Ausdruck bringt, die mit 2 und 3 bezeichnet sind; die gleiche Übereinstimmung sehen wir unter L_2 an den beiden ebenfalls mit 2 und 3 bezeichneten Reflexen. Es gibt Persönlichkeiten, bei denen die Verschiedenheiten in den verschiedenen Reflexabläufen ein gewisses, relativ geringes Maß nicht überschreiten, andere, in denen die Verschiedenheiten außerordentlich starke Ausmaße annehmen. Daß daneben bei beiden Formen auch übereinstimmende Reflexverläufe vorkommen, ist selbstverständlich.

Es fragt sich, welches die Bedingungen sind, unter denen extrem verschiedene Reflexabläufe bei ein und derselben Versuchsperson in die Erscheinung treten. Wir erhalten bei den meisten Menschen extrem verschiedene Reflexabläufe relativ leicht dann, wenn wir die Versuchspersonen unter Suggestionen setzen, die bei ihnen gleichartige oder verschiedenartige Affekte verschieden starken Grades erzeugen; diese Affekte wirken, wie wir früher sahen, an sich pupillenerweiternd und dadurch bewirken sie — verschieden je nach dem Grade ihrer Ausprägung — eine Hemmung der Verengerung. Das erläuterten uns zum Beispiel die Abbildungen 27 II, IV und VI. Es handelte sich dort um Lichtreaktionen, die erzielt wurden, während die Versuchspersonen gleichzeitig durch einen Knall erschreckt wurden. Nun wissen wir, daß ein Knall, der das eine Mal starkes Erschrecken bewirkt, das andere Mal nur geringes oder gar kein Erschrecken bewirkt, trotzdem er beide Male von gleicher Intensität war. Der Wirkungsgrad psychischer Reize hängt eben nicht nur von der Stärke des gesetzten Reizes, sondern ebenso sehr von der psychischen Aufnahmefähigkeit, von der Konstellation des Bewußtseins ab, auf die er auftrifft. So erklärt es sich, daß gerade psychische Reize außerordentliche Verschiedenheiten in der Form des Lichtreflexes der Pupillen zeitigen können, so sehr die objektiven Versuchsbedingungen auch übereinstimmen mögen. Wir sehen daher auch, daß bei der gleichen Versuchsperson, bei der wir in Abb. 44 so lange nahezu identische Lichtreaktionen erzeugen konnten, als wir sie in psychischer Hinsicht sich selbst überließen, sogleich relativ große Verschiedenheiten (von der Größenabstufung III) in den Reaktionen erhielten, als psychische Momente wirksam wurden. Die gestrichelt gezeichnete Reaktion 1 erfolgte im Anschluß an den ersten Knall (L+K), der wohl ein wirkliches Erschrecken erzeugt hatte, die Reaktion 2 im Anschluß an den zweiten Knall, der möglicherweise Erschrecken gar nicht mehr erzeugte.

Digitized by Google

Auch die extremen Unterschiede, die wir spontan bei der Versuchsperson der Abbildung 45 unter L_1, L_2 und L_3 auftreten sahen, konnten dadurch noch weiter vergrößert werden, daß wir die gleiche Versuchsperson unter den Einfluß psychischer Reize setzten. Wir sehen das Ergebnis solcher Versuche in der Abbildung 45 unter L+K; dort finden wir drei verschiedene Lichtreaktionen abgebildet, die erzeugt wurden, während gleichzeitig ein Schreckreiz gesetzt wurde. Es ist anzunehmen, daß der erste Schreckreiz, der der Kurve 1 entspricht, stark, der zweite Schreckreiz, der der Kurve 2 entspricht, weniger stark und der dritte, der der Kurve 3 entspricht, gar nicht oder fast gar nicht mehr wirkte. Dem entsprechen die großen quantitativen Verschiedenheiten der drei Lichtreflexe.

Diese Versuche legen uns den Gedanken nahe, daß zwar die Variabilität des Lichtreflexes im Rahmen ihrer spezifischen Variationsbreite eine konstante und rein somatisch bestimmte Größe ist, daß aber die tatsächlichen Verschiedenheiten, die bei verschiedenen Versuchen hervortreten, in denjenigen Fällen, in denen die äußeren Bedingungen gleich sind, von der Verschiedenheit der inneren Bedingungen, das heißt, der Verschiedenheit der Bewußtseinsinhalte abhängt; gerade auch die *spontan* hervortretenden Differenzen erscheinen abhängig von einem spontanen Wechsel der Bewußtseinsinhalte, insbesondere von spontanen Schwankungen der Gemütslage.

Wenn wir das uns vorliegende Gesamtmaterial an *gesunden* Versuchspersonen, deren Lichtreaktionen wir untersuchten, überschauen, und dabei getrennt diejenigen Reaktionen betrachten, die durch experimentelle psychische Einflüsse nicht beeindruckt wurden, und diejenigen, bei denen experimentelle psychische Reize einwirkten, so sehen wir, daß die unbeeinflußten Reaktionen am häufigsten untereinander übereinstimmen. Die durch psychische Reize beeinflußten Reaktionen hingegen zeigen häufig mehr oder weniger starke Abweichungen von einander. Fassen wir diese Abweichungen ihrer Größe nach ins Auge, das heißt, stellen wir fest, wie oft die Abweichungen I, die Abweichungen II, die Abweichungen III, IV, V vorkommen, so finden wir, *daß die Verteilungskurve dieser Abweichungen, die bei den Spontanreaktionen einer gesunden Versuchsperson sich finden, identisch ist mit der Verteilungskurve, welche wir für die durch experimentelle psychische Einflüsse veränderten Lichtreaktionen der gleichen Versuchsperson erhalten.*

In diesen Feststellungen glauben wir einen schlüssigen Beweis dafür vor uns zu haben, daß es zwar in erster Linie somatische Momente sind, die die Art und das Maß der Ausprägung des Licht-

Digitized by Google

reflexes bei ein und derselben Person im Rahmen der natürlichen Variabilität bestimmen; daß aber darüber hinaus die quantitative Ausprägung des Lichtreflexes im besonderen Falle wesentlich mitbestimmt wird durch psychische Momente. Unsere experimentellen Untersuchungen führten uns zugleich zu der Überzeugung, daß Gleichheit bezüglich der somatischen Intaktheit bei verschiedenen Versuchspersonen noch nicht ausreicht, um bei gleichem Bewußtseinsinhalt die gleichen — psychisch bedingten — Formabänderungen im Ablauf des Lichtreflexes der Pupille zu zeitigen; für das Maß der durch psychische Vorgänge bedingten Formabänderungen ist im besonderen Falle immer noch ein besonderer Faktor ausschlaggebend. Von ihm hängt es ab, in welchem Grade die Form des Lichtreflexes überhaupt ansprechbar ist für die Beeinflussung durch psychische Momente. Diesen Faktor suchen wir ganz allgemein in demjenigen Symptomenkomplex, den wir als *psychophysische Konstitution* bezeichnen.

Daraus ergibt sich, *daß wir in der Art und dem Maße, in denen der Lichtreflex der Pupille durch psychische Momente beeinflußt wird, ein Merkmal der psychophysischen Konstitution zu erblicken haben.*

Für unsere Zwecke ist es von Wichtigkeit, festzustellen, daß es psychophysische Konstitutionsartungen gibt, die dadurch ausgezeichnet sind, daß bei ihnen der Lichtreflex der Pupille durch spontan im Bewußtsein auftretende oder experimentell gesetzte psychische Reize derart stark beeinflußt wird, daß maximale Unterschiede im Ablauf des Lichtreflexes der Pupille aus dem Vorhandensein verschiedener Bewußtseinsinhalte resultieren.

Wenn wir jetzt unter den gleichen Gesichtspunkten das uns vorliegende Material an *Schizophrenen* vergleichen, so finden wir prinzipiell die gleichen Verhältnisse; das heißt, wir finden sowohl völlige Übereinstimmungen, das heißt bei ein und demselben Individuum Differenzen, die wir innerhalb unserer oben angenommenen fünf Gradabstufungen unter die Stufe I zu gruppieren hätten, als auch Differenzen, die den höheren Graden der Abweichung, insbesondere den Gruppen IV und V entsprechen. Wenn wir zahlenmäßig festzustellen suchen, wie häufig die verschiedenen Gradabstufungen vertreten sind, so gelangen wir zu der überraschenden Feststellung, daß bei Schizophrenen zahlenmäßig die Abstufung IV am häufigsten ist, am zweithäufigsten die Abstufung V, und daß wir von der Abstufung V zu den Abstufungen III, II und I einen stetigen Abfall ihrer Häufigkeit feststellen können.

Digitized by Google

In der Abbildung 46 sind diese Verhältnisse graphisch dargestellt und zwar nebeneinander für die Lichtreaktionen der Gesunden und die Lichtreaktionen der Schizophrenen. Den Feststellungen liegen 99 Versuchsreihen an Gesunden und 76 Versuchsreihen an Schizophrenen zugrunde. Kurve 1 zeigt, wie sich die Gesamtheit aller überhaupt betrachteten Fälle auf die 5 verschiedenen Stufen der Veränderlichkeit verteilen; Kurve 2 zeigt diese Verteilung auf die verschiedenen Abstufungen für die durch experimentelle psychische Einflüsse nicht beeinflußte Lichtreaktion, Kurve 3 für die durch experimentelle psychische Einflüsse veränderte Lichtreaktion. Wir sehen in den

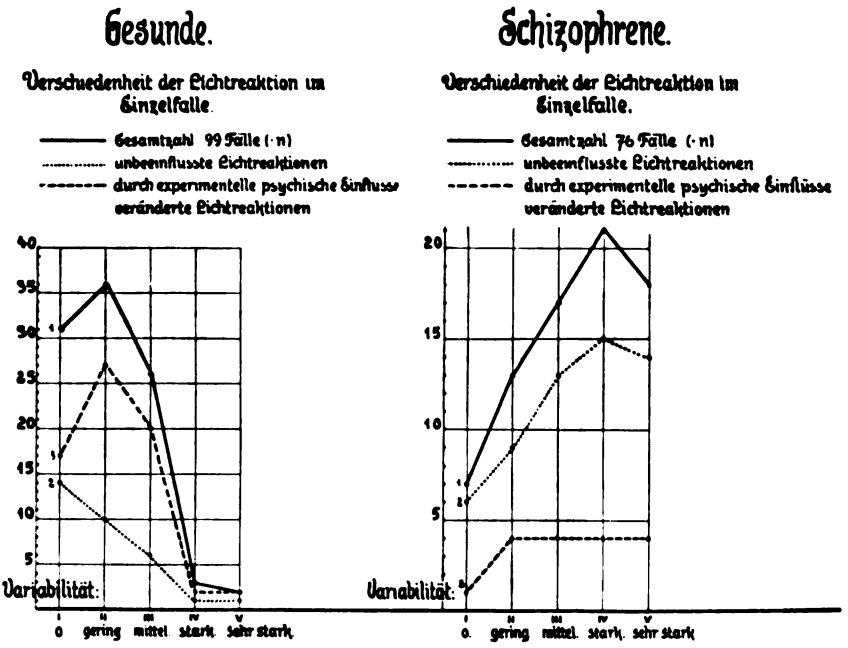


Abb. 46. Die individuelle Veränderlichkeit in der Form des Lichtreflexes bei Gesunden und Schizophrenen.

Die Häufigkeit des Vorkommens der 5 Abstufungen individueller Veränderlichkeit.
1 ———— im Gesamtmaterial Gesunder und Schizophrener.
2 ..... in dem Material Gesunder und Schizophrener, insoweit nicht psychische Reize mitwirken.
3 ------- in dem Material Gesunder und Schizophrener, insoweit psychische Reize mitwirken.

Die Verschiedenartigkeit der Verlaufsform der Verteilungskurve bei Gesunden und Schizophrenen.

Verteilungskurven der Gesunden und der Schizophrenen prinzipielle Unterschiede: *Während bei den Gesunden die geringen Verschiedenheiten stark überwiegen, das heißt, die Differenzen der Stufen I, II und III am häufigsten sind, die Differenzen der Stufen IV und V*

Digitized by Google

aber nur extrem selten vorkommen, hat für die Schizophrenie das umgekehrte Verhältnis statt. Die starke Differenz der Stufe IV kommt bei ihnen am häufigsten vor, fast ebenso häufig die extrem starke Differenz der Stufe V, während die geringen Differenzen der Stufen I und II selten sind und die mittlere Differenz der Stufe III in mittlerer Häufigkeit vorkommt.

Betrachtet man an dem Gesamtmaterial der Schizophrenen den Einfluß, den experimentell gesetzte psychische Reize auf die Gestaltung der Lichtreflexe ausüben, so findet man, daß experimentell gesetzte psychische Reize fast niemals völlige Übereinstimmung in den Verlaufsformen zeigen, das heißt also die Differenz 0 (Null) fast niemals aufkommen lassen; die Differenzen II bis V kommen in gleicher Häufigkeit vor. Aber das durch experimentelle Reize nicht beeinflußte Material zeigt in seiner Verteilungskurve dieselbe Verlaufsform wie das Gesamtmaterial, und diese stimmt im wesentlichen überein mit derjenigen, die wir für das experimentell beeinflußte Material erhielten. Aus diesen Tatsachen glauben wir den Schluß ziehen zu sollen, daß die Momente, die die Lichtreaktion der Pupille bei den Schizophrenen verändern, übereinstimmen mit denjenigen, die wir vorher an dem Gesundenmaterial als maßgebend aufweisen konnten; während jedoch den von außen gesetzten Reizen nur ein begrenzter Einfluß zukommt, haben die spontan im Bewußtsein auftretenden Bewußtseinsinhalte die ausschlaggebende Bedeutung. Diese Erkenntnis steht in Einklang mit einer bei der schizophrenen Persönlichkeitsveränderung besonders häufigen Eigenschaft, nämlich dem Autismus, der es verhindert, daß den von außen gesetzten Reizen für die Gestaltung schizophrener Wesensäußerungen eine ausschlaggebende Bedeutung zukommt.

Als Ergebnis dieser Untersuchungen stellen wir fest: *Zwischen der psychophysischen Konstitution Schizophrener und der psychophysischen Konstitution der Gesunden besteht insofern ein wesentlicher Unterschied, als die individuelle Veränderlichkeit des Lichtreflexes beim Schizophrenen wesentlich größer ist als beim Gesunden;* freilich existieren Übergangsformen, in denen wir beim Gesunden die gleiche hochgradige Variabilität des Lichtreflexes beobachten, die beim Schizophrenen mit überwiegender Häufigkeit vorkommt. Während aber beim Gesunden maximale Unterschiede in der Form des Lichtreflexes dadurch experimentell erzielt werden können, daß wir verschiedenartige psychische Reize setzen, *ist beim Schizophrenen die Beeinflußbarkeit des Lichtreflexes durch äußere Reize in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle relativ begrenzt.* Andererseits sehen wir beim Schizophrenen maximale Abweichungen in der Form

Digitized by Google

des Lichtreflexes unter dem Einfluß spontan auftretender Bewußtseinsverläufe, insbesondere unter dem Einfluß spontan auftretender Affekte, während beim Gesunden der spontane Wechsel des Bewußtseinsinhaltes in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle nur relativ geringen Einfluß auf die Form des Lichtreflexes ausübt. Ob wir in diesen Unterschieden Differenzen in der Intensität der spontanen Bewußtseinsschwankungen zu sehen haben, möglicherweise in Verbindung mit den aus der autistischen Haltung der Schizophrenen sich ergebenden Sperrung gegen äußere Reize, oder ob es sich dabei ausschließlich um Unterschiede handelt, die in Differenzen der psychophysischen Konstitution wurzeln und insofern unmittelbar *an das Wesen der schizophrenen Persönlichkeitsartung heranreichen,* wagen wir an dieser Stelle nicht zu entscheiden.

Wie ungeheuer groß im übrigen die Mannigfaltigkeit sein kann, in der bei ein und demselben Schizophreniekranken die Lichtreaktionen der Pupille in die Erscheinung treten können, erläutert die Abbildung 47, in der 6 verschiedene Verlaufsformen *nicht* experimentell beeinflußter Lichtreflexe abgebildet sind.

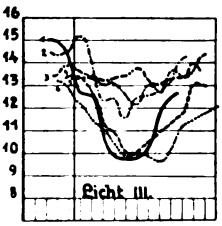


Abb. 47. **Die individuelle Veränderlichkeit des Lichtreflexes bei einer 30jährigen, an Schizophrenie leidenden Kranken.**
6 verschiedene Verlaufsformen des durch äußere Reize unbeeinflußten Lichtreflexes.
Form 1: prompt und ausgiebig.
Form 2: lange Latenzzeit, dann prompte, aber unausgiebige Reaktion.
Form 3 u. 4: praktisch Lichtstarre.
Form 5 u. 6: unausgiebig, weniger prompt als 1 und 2.

Es handelte sich um eine dreißigjährige Kranke, deren Erkrankung mit einem manischen Zustandbild begann, die anschließend Wahnideen religiösen Inhaltes äußerte, dabei an lebhaften Sinnestäuschungen litt; in ihrem Verhalten war sie maniriert, in ihren Gedanken zerfahren, zeigte Vorbeireden; katatone Erregungszustände wechselten mit stuporösem Verhalten ab. Sie zeigte *klinisch* das Symptom der wechselnden Pupillenstarre. Man sieht in der Abbildung 47, daß das Ausmaß der Lichtreaktion außerordentlich stark wechselte; während der Lichtreflex zu Zeiten prompt und ausgiebig war (Reaktion 1), war er zu anderen Zeiten träge und unausgiebig (2, 5, 6), zu wieder anderen Zeiten war die Pupille lichtstarr (3, 4). Dabei waren Art und Ausmaße der Lichtreaktion völlig unabhängig von der Weite der Pupille. In allen Fällen handelte es sich um Lichtreflexe, die innerhalb ihrer Versuchsreihe die Antwort auf den dritten Lichtreiz (L_3) darstellten.

Digitized by Google

Die oben aufgedeckte Tatsache, daß die Pupille des Schizophrenen mehr durch spontan auftretende und weniger durch experimentell erzeugte Affekte beeinflußt wird, trifft nur für den überwiegenden Teil der Fälle zu und nicht für alle Fälle von Schizophrenie; das soll die Abbildung 48 erläutern. Es finden sich unter A fünf Lichtreflexe abgebildet, die die Reaktionen auf fünf in ihrer Versuchsreihe erstmalige Lichtreize (L_1) bilden. Wir sehen erhebliche Differenzen in dem Ausmaß dieser unter A abgebildeten fünf Lichtreflexe, sehen aber auch, daß diese Differenzen sich stark vergrößern, als in B der Kranke unter die Wirkung eines Schmerzreizes gesetzt wurde. Wir sehen unter B sieben verschiedene Reaktionen, von denen fünf nur relativ geringe Differenzen (1, 2, 5, 6, 7), zwei aber stärkste Differenzen gegenüber den fünf übrigen Reaktionen aufweisen, so stark, daß in ihnen die Pupillen lichtstarr erscheinen (3 und 4). Es handelt sich um einen 25jährigen Katatonen, der in hohem Maße autistisch und uneinfühlbar, zeitweise auch motorisch erregt ist, zu anderen Zeiten negativistisch, vorbeiredet oder in vertrakten Stellun-

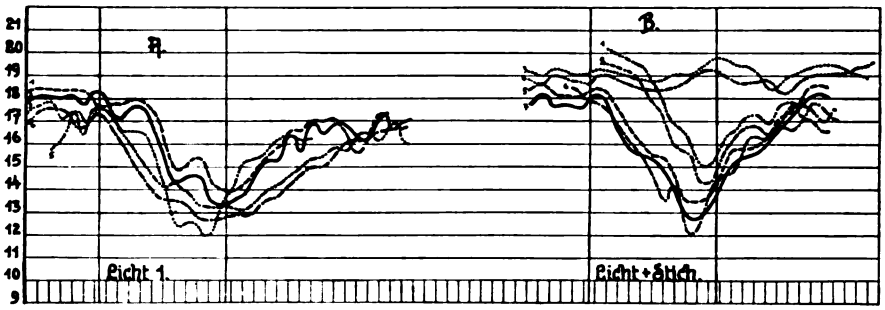


Abb. 48. **Veränderlichkeit des Lichtreflexes bei einem 25jährigen an Katatonie leidenden Kranken.**

A: 5 verschiedene Verlaufsformen des durch experimentelle Reize nicht beeinflußten Lichtreflexes.

B: 7 verschiedene Verlaufsformen des Lichtreflexes bei gleichzeitig mit dem Lichtreiz wirksamen Schmerzreiz.

Die Lichtreaktion zeigt zahlreiche Abstufungen der Ausbildung; im Extrem ist die Pupille lichtstarr.

gen im Krankensaale umhersteht, in seinem äußeren Verhalten stumpf ist, zeitweise Größenideen äußert, die Arbeit verweigert mit der Begründung, zu höherer geistiger Arbeit bestimmt zu sein, wohl auch Zeichen und Zirkel auf die Wände malt und erklärt, das sei der Versailler Friede. Zur Zeit der Untersuchung war er orientiert, gab sinngemäße Antworten, zeigte gespannten Gesichtsausdruck, lachte unsinnig. Klinisch waren nie irgendwelche Pupillenanomalien beobachtet worden.

Digitized by Google

2. *Die Veränderungen des unbeeinflußten Lichtreflexes der Pupillen bei der Schizophrenie.*

Die Erörterung der Abweichungen, die der Lichtreflex bei Schizophrenen erleidet, hat auszugehen von den Tatsachen, die wir soeben feststellten; daß nämlich im Gegensatz zum Gesunden ein auffallend starker Wechsel im Ausmaß des Lichtreflexes beobachtet werden kann, und daß dieser Wechsel beim Schizophrenen mehr als beim Gesunden abhängt von spontan aufgetretenen und festgehaltenen Bewußtseinsinhalten, während dieser Wechsel beim Gesunden mehr abhing von solchen Bewußtseinsinhalten, die experimentell an die Versuchspersonen herangetragen wurden. Faßt man die große Masse der Schizophrenen ins Auge, so findet man, daß bei ihnen der sehr starke Wechsel zwischen den verschiedensten Ausmaßen der Lichtreaktion zwar wesentlich häufiger ist als bei der großen Masse der Gesunden. Das schließt aber nicht aus, daß die Spielbreite, in der beim einzelnen Individuum ein Wechsel in den Ausmaßen der Lichtreaktion vorkommt, auch beim Schizophrenen über ein bestimmtes, individuell begrenztes Maß nicht hinausgeht; freilich derart, daß dieses Maß beim einen Schizophrenen groß, beim anderen klein ist. Zwar finden wir diese gleiche Eigenschaft auch beim Gesunden; jedoch mit der Maßgabe, daß große Verschiedenheiten wesentlich seltener sind als kleine.

a) Die Herabminderung des Lichtreflexes.

Herabminderungen des Lichtreflexes sind bei Schizophrenen außerordentlich häufig. Unter dem großen von uns untersuchten Material findet sich kaum ein Fall, in dem bei häufiger Prüfung das Vorkommen herabgeminderter Lichtreaktionen vollkommen vermißt wurde. Diese Herabminderung der Lichtreaktion bezog sich sowohl auf die Ausgiebigkeit als auf das Tempo der Kontraktion als schließlich auch auf die Latenzzeit der Reaktion. *Gelegentliche* Herabminderungen der Lichtreaktion kommen bei solchen Schizophrenen vor, die im *allgemeinen* prompte und ausgiebige Lichtreaktionen zeigten; ebenso wie umgekehrt solche Schizophrene, deren Pupillen im allgemeinen lichtstarr sind, gelegentlich prompte oder nicht in nennenswertem Maße herabgeminderte Lichtreaktion zeigen können.

Bevor wir die Symptomatologie der herabgeminderten Lichtreflexe besprechen, haben wir noch die Frage zu erörtern, in welchem Zahlenverhältnis die von uns unterschiedenen vier Typen der Lichtreaktion innerhalb des Formenkreises der Schizophrenie vorkommen.

Digitized by Google

Wenn wir die große Masse der Gesunden ins Auge fassen, so finden wir, daß die vier von uns beschriebenen Typen nahezu mit gleicher Häufigkeit vorkommen; der Typus I — schnelle und ausgiebige Kontraktion bei ebenso schneller und ausgiebiger Wiedererweiterung — bleibt etwas hinter der Häufigkeit von Typ III und IV zurück, während der Typ II — schnelle Kontraktion bei langsamer Wiedererweiterung — etwas häufiger vorkommt als Typ III und IV. Die Zahlenunterschiede sind jedoch nicht so groß, daß nicht die Möglichkeit bestünde, daß sie bei einem sehr großen Zahlenmaterial ausgeglichen wären, das heißt, daß sämtliche Typen mit gleicher Häufigkeit vorkämen.

Völlig anders ist die Verteilung bei der Schizophrenie. Zwar finden wir die große Masse der Lichtreaktionen Schizophrener bei der kinematographischen Aufnahme irgendwie verändert, und wenn auch innerhalb dieser Veränderungen sämtliche vier Typen vorkommen und erkennbar bleiben, so läßt sich doch feststellen, daß der Typ IV zahlenmäßig nahezu ausschließlich das Feld beherrscht. Typ I ist selten, kommt nur in etwa 3 Proz. der Fälle vor, Typ II und III sind etwas häufiger, Typ IV hingegen findet sich in mehr als 90 Proz. der Fälle. Wir halten es für möglich und wahrscheinlich, daß innerhalb eines sehr großen Materials die Typen I bis III nahezu vollständig verschwinden. Die Abbildung 49 gibt einen Überblick über die zahlenmäßige Verteilung; wir erkennen den völlig verschiedenartigen Verlauf der Verteilungskurve der Gesunden gegenüber derjenigen der Schizophrenen, und wir sehen — was vorweggenommen sei — daß die Verteilungskurve für das manisch-depressive Irresein ganz offensichtlich einen Verlauf

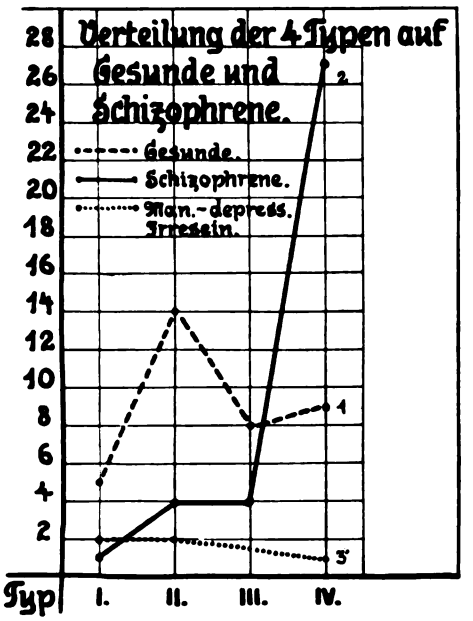


Abb. 49. **Die Verteilung der vier Lichtreaktionstypen auf Gesunde, Schizophrene und Manisch-Depressive.**
1. Verteilungskurve für Gesunde.
2. Verteilungskurve für Schizophrene.
3. Verteilungskurve für Manisch-Depressive.

Digitized by Google

nimmt, der demjenigen für die Schizophrenie völlig entgegengesetzt ist.

Wenn wir nunmehr die Verlaufsformen ins Auge fassen, unter denen die verschiedenen Typen erscheinen, so beginnen wir mit der Darstellung des bei Schizophrenien seltenen Typus I. In Abbildung 50 sehen wir überall eine rasche Kontraktion und eine ebenso rasche Wiedererweiterung. In den Zwischenphasen zeigt sich die Pupillenunruhe von mittleren Ausmaßen. Es handelt sich um eine 36jährige Frau, die sich zur Zeit der Untersuchung seit mehr als 5 Jahren in der Anstalt befand. In ihrer Familie sind mehr-

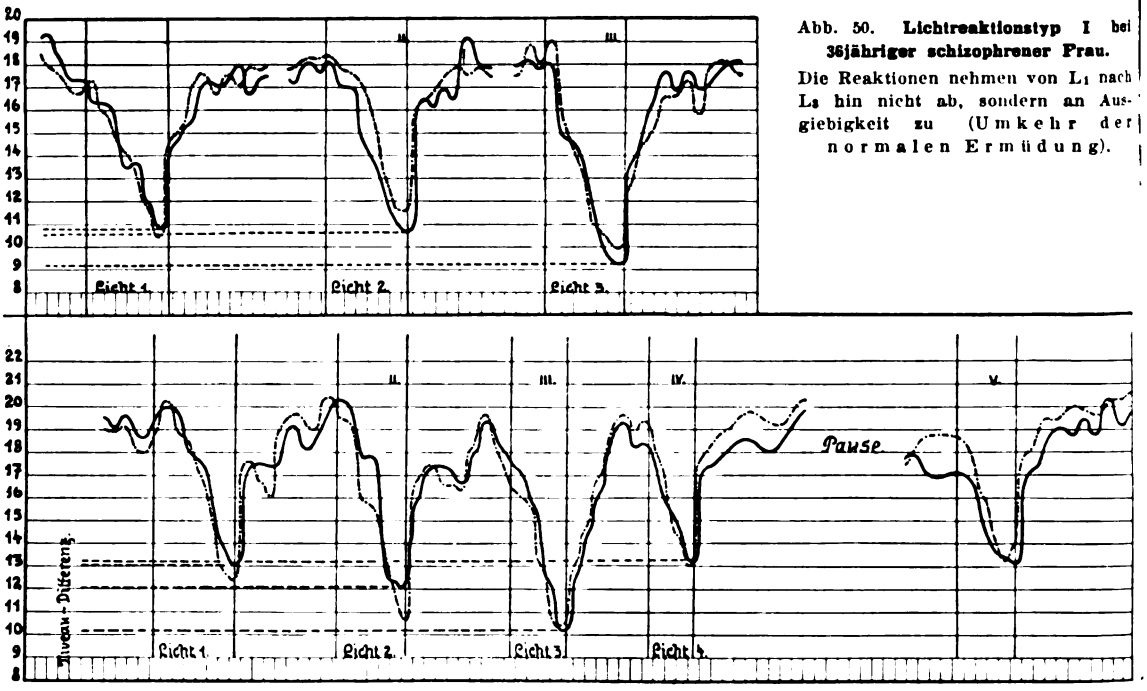


Abb. 50. **Lichtreaktionstyp I bei 36jähriger schizophrener Frau.** Die Reaktionen nehmen von L_1 nach L_3 hin nicht ab, sondern an Ausgiebigkeit zu (Umkehr der normalen Ermüdung).

fach schizophrene Erkrankungen vorgekommen. Vom Vater wird berichtet, daß er einen „Erfinderfimmel" hatte, aber nie in einer Anstalt gewesen sei. Eine Schwester des Vaters und der Großvater väterlicherseits waren wegen „Wahnsinns" in Irrenanstalten. Mutter und Bruder der Kranken sind imbezill. Die Kranke selbst war beschränkt, immer „nervös" und schwächlich, aber still, zurückhaltend und friedliebend. Im Frühjahre 1923 fiel plötzlich auf, daß sie reizbar geworden war, gern widersprach, dabei heftig wurde, ihre Kinder in brutaler Weise prügelte, aber zunächst ihren Haushalt noch gut ver-

Digitized by Google

sorgte. In der Folgezeit äußerte sie grundlose Eifersuchtsideen, glaubte, die Leute lachten über sie; dann erkrankte sie an Gesichtshalluzinationen religiösen Inhalts, so daß sie in die Anstalt eingeliefert werden mußte. In der Anstalt lag sie ruhig zu Bett, nahm nur wenig Anteil an ihrer Umgebung, war zeitlich und örtlich orientiert, antwortete aber auf Fragen nur zögernd, weil sie angab zu fürchten, sie solle irgendeiner Straftat überführt werden. Sie habe die „Intelligenz beleidigt", habe Ärzten „die Ehre abgeschnitten" und glaube jetzt durch die Untersuchung auch noch andere zu kompromittieren. Sie werde falsch verstanden, wie sie auch andere falsch verstehe. Zeitweise stuporös, zu anderen Zeiten lebhaft, motorisch erregt, hörte Stimmen, fühlte sich durch einen „Röntgenapparat" und durch einen „Lichtapparat" beeinflußt, so daß ihr die Zähne aufeinander gepreßt würden und sie nicht essen könne. Zu wieder anderen Zeiten bot sie ein manisches Zustandsbild, war ideenflüchtig, heiter erregt. In dieser manischen Phase bot sie *klinisch das Symptom des Spasmus mobilis*. In der weiteren Entwicklung war sie zunehmend zerfahren, verwirrt, zeigte ein maniriertes Wesen und litt dauernd unter Halluzinationen. Zur Zeit der kinematographischen Aufnahme des Pupillenspieles, die in Abbildung 50 wiedergegeben ist, war sie äußerlich ruhig, örtlich und zeitlich sowie über ihre Person und ihre Umgebung orientiert. Jedoch war sie stark autistisch, sperrte sich völlig ab gegen die Umgebung, so daß es nicht möglich war, mit ihr in Kontakt zu kommen. Sie war in ihrer Stimmungslage gedrückt, stand aber nicht unter dem Einfluß von Sinnestäuschungen. In ihrem motorischen Verhalten war sie maniriert. Kurze Zeit nachdem die kinematographischen Aufnahmen der Abbildung 50 gemacht waren, setzten die Sinnestäuschungen wieder ein, gleichzeitig entwickelten sich von neuem zahlreiche Beziehungs- und Beeinträchtigungsideen.

Sieht man sich die Kurven der Abbildung 50 an, so findet man prompte und ausgiebige Reaktionen. Vergleicht man aber die einzelnen Reaktionen untereinander, so fällt an ihnen auf, daß sie nicht dem normalen Ermüdungsgang unterworfen sind, das heißt, hinsichtlich ihrer Ausgiebigkeit nicht abnehmen, sondern deutlich zunehmen, ohne deshalb an Promptheit einzubüßen. Das tritt sowohl in der ersten Serie der Reaktionen der Abbildung 50 als auch in der zweiten Serie hervor. Die zweite Reaktion ist jedesmal ausgiebiger als die erste, die dritte wiederum ausgiebiger als die zweite. Plötzlich aber tritt dann von der dritten zur vierten Reaktion hin eine starke Minderung ihrer Ausgiebigkeit ein. *Wir haben also von der Reaktion I zur Reaktion III hin einen Vorgang zu beobachten, der von dem nor-*

Digitized by Google

malen Verhalten abweicht. Die normalen Ermüdungsvorgänge scheinen aufgehoben, an ihre Stelle tritt ein Intensiverwerden der Reaktionen, um plötzlich — von der dritten zur vierten Reaktion hin — durch normale Ermüdungsvorgänge verdrängt zu werden.

Bei dem Fehlen aller *äußeren* Ursachen, die ein solches Verhalten zu erklären imstande wären, bleiben uns nur innere Ursachen als Erklärungsgrund übrig. Wir erinnern uns, daß wir bereits früher Tatsachen beobachten konnten, durch die wir experimentell den normalen Ermüdungsvorgängen entgegenwirken und diese sogar vollständig zur Aufhebung bringen konnten. Dadurch nämlich, daß wir auf die Versuchsperson, deren Pupille durch natürliche Vorgänge ermüdet war, psychische Reize einwirken ließen, die die Pupille zur Erweiterung brachten; diese Erweiterung war hinreichend, um trotz der vorangegangenen Erschöpfung des Lichtreflexes nunmehr gesetzte Lichtreize erneut wirksam werden zu lassen. Waren es früher experimentell gesetzte psychische Reize, welche die Wiederansprechbarkeit der Pupille für Lichtreize bewirkten, so müssen wir im vorliegenden Falle annehmen, daß es spontan auftretende psychische Vorgänge sind, die das gleiche bewirken.

Zu anderen Zeiten fand diese Aufhebung des Ermüdungsvorganges nicht statt. Die zugrunde liegenden kinematographischen Aufnahmen des Lichtreflexes fanden zwei Jahre *vorher* statt, die Kranke befand sich zur Zeit der Aufnahmen in einem Zustande der Erregung, in dem sie laut war, ununterbrochen schwatzte, an alles anknüpfte, aber keinen Satz zu Ende brachte, zu Zornausbrüchen und Gewalttätigkeiten neigte, zeitweise verwirrt war, dabei läppisch-heiter — alles in allem ein mehr hebephrenes als katatones Krankheitsbild darbot. In dieser Phase wurde häufig das Symptom des Spasmus mobilis beobachtet. Als wir das Pupillenspiel kinematographisch aufnahmen, fand sich die Lichtreaktion träge, aber ausgiebig. Die Erschöpfbarkeit des Lichtreflexes war auffallend groß, wobei die Latenzzeiten schnell zunahmen, die Wiedererweiterung unausgiebig wurde, so daß sehr schnell eine enge und schließlich lichtstarre Pupille entstand. In Abbildung 51 sind sieben aufeinander folgende Lichtreaktionen untereinander gezeichnet und mit L_1, L_2, ... L_7 bezeichnet. Besonders auffallend war in diesem Falle auch das Verhalten der nicht mit abgebildeten konsensuellen Reaktion, die schon nach kurzer Zeit verschwand, so daß die Pupille schon sehr bald konsensuell starr schien.

Dieser Fall zeigt die außerordentliche Verschiedenheit im Ausmaße der Lichtreaktion, die ein und derselbe Kranke in verschiedenen

Digitized by Google

Phasen der Erkrankung darbieten kann. Das eine Mal zeigte er eine hochgradige Erschöpfbarkeit kontinuierlichen Lichtreizen gegenüber, das andere Mal war selbst die normale Ermüdbarkeit wenigstens eine Zeitlang aufgehoben und in das Gegenteil verkehrt, insofern an die Stelle der normalen Erschöpfung mit zunehmender Zahl der gesetzten Reize unter dem Einfluß psychischer Momente ein Vorgang trat, der nach Analogie der „Bahnung" sich auswirkte, wobei die Ausgiebig-

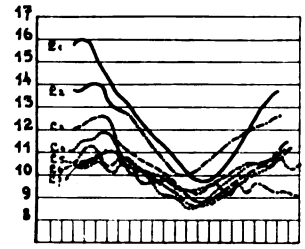


Abb. 51. **Die gleiche schizophrene Frau in einer anderen Krankheitsphase** (zwei Jahre früher).

Hochgradige Ermüdbarkeit des Lichtreflexes; die Ausgiebigkeit nimmt schnell ab, die Latenzzeiten ebenso schnell zu. L_1, L_2, L_3 .... L_7 Lichtreflexe der Pupillen.

keit des Reflexes wuchs. Solche Vorgänge sind — wenngleich in geringerer Ausprägung — auch dem Bereich des Normalen nicht fremd, wie zum Beispiel die Abbildungen 13 und 15 zeigen. Daß es im wesentlichen der vorherrschende Bewußtseinsinhalt und die in ihm enthaltenen Affekte sind, von denen gerade auch bei der Schizophrenie Art und Grad der Ausprägung des Lichtreflexes abhängen, lehren die Kurven der Abb. 52, die von einem Kranken gewonnen wurden, welcher den Typus II zur Zeit der Untersuchung darbot.

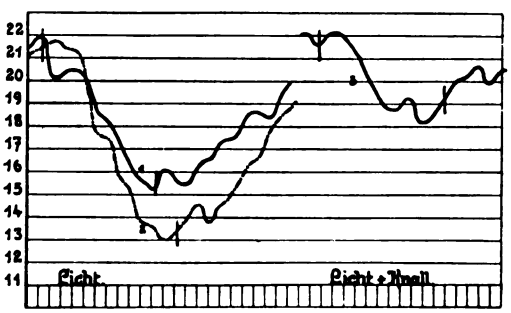


Abb. 52. **Lichtreaktionstyp II bei 21jährigem Schizophrenen.**

Umkehrung der Ermüdung („Bahnung"); starke Beeinflußbarkeit durch psychische Reize.

Kurve 1: erste Lichtreaktion (L_1).
Kurve 2: zweite Lichtreaktion (L_2).
Kurve 3: durch Schreckreiz komplizierter Lichtreiz bewirkt starke Hemmung der natürlichen Lichtreaktion.

Der Kranke war zur Zeit der Untersuchung 21 Jahre alt. Er zeigte geziertes und maniriertes Wesen, litt unter „Fernbeeinflussung", fühlte eine „Teilung" seines Ich. Er führe ein Doppelleben, seine „Gefühle" seien zerstört, seinem Körper gegenüber habe er Fremdheitsgefühl. Er erweist sich als affektleer, zunehmend zerfahren, zeigt zahlreiche Wortneubildungen. Bei der klinischen Untersuchung war das Phänomen des Spasmus mobilis häufig nachweisbar, bald ein-

Digitized by Google

seitig, bald doppelseitig. Häufig war es mit Formveränderungen der Pupille verbunden. Die Abbildung 52 gibt in der Kurve 1 die erste Reaktion, in der Kurve 2 die kurz darauf folgende zweite Lichtreaktion der Pupille wieder. Wir sehen das gleiche Phänomen, das wir im Falle der Abbildung 50 beobachten konnten, nämlich ein Zunehmen der Lichtreaktion von der ersten zur zweiten Reaktion hin. Daß Affekte in diesem Falle die Lichtreaktion stark beeinflussen, zeigt die Kurve 3 der Abbildung 52, der ein Schreckexperiment zugrunde liegt, mit dem Erfolge, daß die Pupille nur noch minimal reagierte und die Latenzzeit des Lichtreflexes erheblich zugenommen hatte. Der Lichtreaktionstyp war natürlich in allen Fällen der gleiche geblieben.

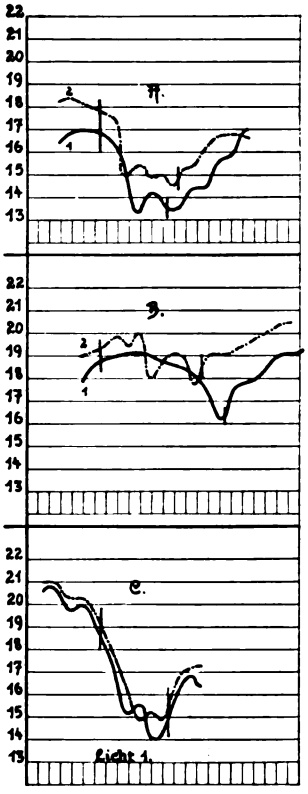


Abb. 53.
Lichtreaktionstyp II bei 47jährigem Schizophrenen. Starker Spontanwechsel der Ausgiebigkeit der Lichtreaktion.
A. 1. Erste Lichtreaktion (L_1). Ausgezogen gezeichnet.
2. Zweite Lichtreaktion (L_2). Gestrichelt gezeichnet.
B. Lichtreaktionen zu einem anderen Zeitpunkt.
1. Erste Lichtreaktion (L_1). Ausgezogen gezeichnet.
2. Zweite Lichtreaktion (L_2). Gestrichelt gezeichnet. Beim ersten Male war die Pupille nahezu lichtstarr, beim zweiten Male war sie praktisch völlig lichtstarr.
C. Lichtreaktion zu einem dritten Zeitpunkt. Die direkte Reaktion ist ausgezogen, die konsensuelle Reaktion ist gestrichelt gezeichnet.

Daß der Typ der Reaktion so stark wechselt, wie das bei der Versuchsperson der Abbildungen 50 und 51 der Fall war, muß überhaupt als seltenes Vorkommnis betrachtet werden. Nach unseren bisherigen Erfahrungen beschränkt es sich auf die seltenen Fälle, in denen Schizophrene zum Lichtreaktionstyp I, II oder III gehören, und in denen der Krankheitsschub den Typ IV mehr oder weniger vollständig zur Ausbildung bringt. Daß geringe Veränderungen vorkommen, in denen zum Beispiel ein vorher wenig ausgeprägter Typ sich vollständig ausbildet, ist hingegen häufiger.

Ein Fall von Schizophrenie, der dem Typus II angehört, und bei dem die Lichtreaktion sich hinsichtlich ihrer Ausgiebigkeit dauernd stark herabgemindert findet, ist in Abbildung 53 wiedergegeben. Es handelt sich um einen 47 Jahre alten Arbeiter, der an Eifersuchts-

Digitized by Google

und Vergiftungsideen litt, dem die Umwelt verändert schien, der sich „von außen" krank gemacht und besonders von Ärzten verfolgt fühlte. Wir sehen in Abbildung 53 an der mittelweiten Pupille eine prompte Lichtreaktion (A_1) von sehr geringer Ausgiebigkeit; die Wiedererweiterung erfolgt langsam, wie es dem Typus II entspricht, und sie führt zu einer Weite, die größer ist als die Ausgangsweite. Der zweite Lichtreiz (L_2), der die nunmehr weitere Pupille traf, erzeugte nichtsdestoweniger eine Reaktion, die nach Form und Ausgiebigkeit (vgl. A_2) der ersten Reaktion vollständig analog war. Die Wiederholung der Lichtreize erzeugte zwar als unmittelbare Reaktion eine Verengerung, als mittelbare Reaktion aber eine allmähliche Erweiterung der Pupille, freilich mit der Maßgabe, daß dieses Weiterwerden relativ enge Grenzen nicht überschritt. Wir sehen in ihm einen Hinweis darauf, daß zeitlich die psychische Wirkung über die optische Wirkung des Lichtreizes stark überwiegt.

Das starke Überwiegen psychischer Reize ist für diesen Fall äußerst charakteristisch, während das Verhalten der Lichtreaktion an sich sehr wechselt. Das erläutert die Abbildung 53 B und 53 C, in denen wir das Verhalten der weiteren Pupille bei der gleichen Versuchsperson abgebildet sehen. Bei der ersten Belichtung in Abb. 53 B (1) sehen wir noch eine zwar sehr träge und äußerst unausgiebige, aber immerhin doch vorhandene mäßige Verengerung, während die zweite Belichtung B_2, die kurz darauf erfolgte, nur geringfügige Ansätze zur Verengerung erzeugte, praktisch aber die Pupille als starr erscheinen ließ. Neben dieser lichtstarren (B) und unausgiebig (A) reagierenden Pupille finden wir bei dem gleichen Kranken auch Zeiten, in denen die Pupille prompt und relativ ausgiebig reagierte, wenn auch nicht mit der vollen Ergiebigkeit, die überhaupt möglich gewesen wäre. Eine solche relativ ausgiebige Reaktion der weiten Pupille sehen wir in Abb. 53 C abgebildet; die direkte Reaktion ist ausgezogen gezeichnet, die indirekte Reaktion gestrichelt.

Ähnliche Verhältnisse lassen sich für den Typus III aufweisen; jedoch wollen wir an Hand dieses Typus einmal systematisch dem Einfluß nachgehen, den experimentell gesetzte psychische Reize auf die Pupillenreaktion haben können. Die Abbildung 54 stammt von einem Kranken, der zur Zeit der Beobachtung 39 Jahre alt war und bis kurz vor seiner Aufnahme in die Anstalt, die 14 Tage vor der Untersuchung erfolgte, gut gearbeitet hatte. Er wurde zunehmend grüblerisch, äußerte Beeinflussungs- und Größenideen und litt an Sinnestäuschungen. Zur Zeit der Untersuchung zeigte er ein zerfahrenes Gerede, war dabei äußerlich ruhig, stumpf und gleich-

Digitized by Google

gültig, lächelte läppisch. Bei ihm waren klinisch Pupillenstörungen wiederholt festgestellt worden. Die experimentelle kinematographische Untersuchung ergab im Gegensatz dazu prompte Reaktionen vom Typus III. Aber innerhalb dieses Typus konnten unter dem Einfluß experimenteller psychischer Reize starke Abänderungen erzeugt werden, und diese Abänderungen waren nach Art und Grad verschieden, je nach Maßgabe des Bewußtseinsinhaltes, der durch den psychischen Reiz erzeugt wurde. Das zeigt die Abbildung 54. Wir sehen unter A die Lichtreaktionen, die auf einen ersten (1) und einen zweiten (2) Lichtreiz, die kurz hintereinander gesetzt wurden, eintreten.

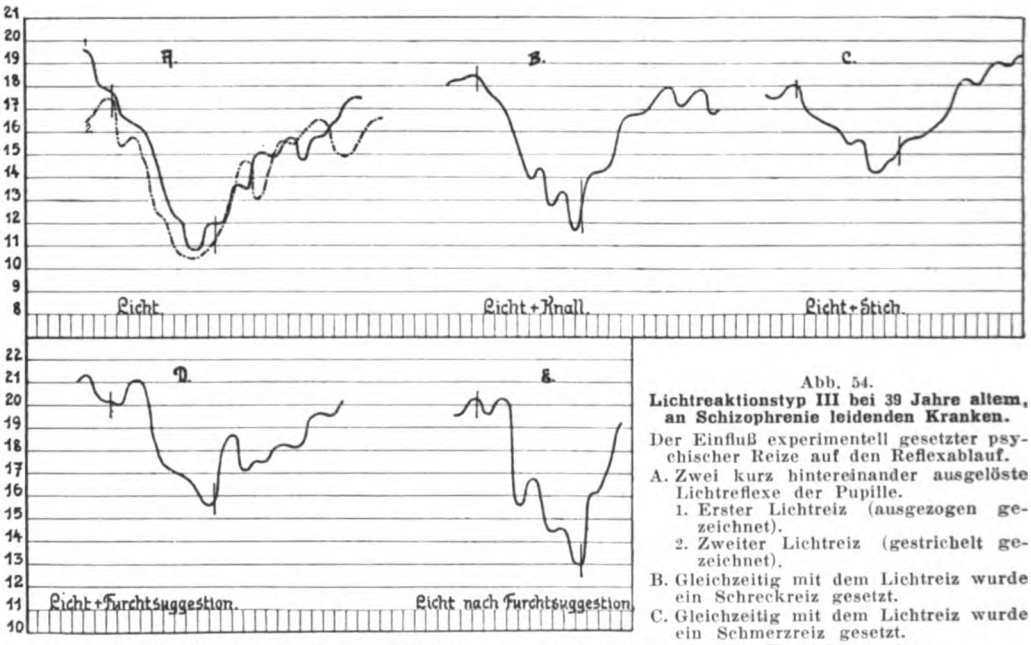


Abb. 54.
Lichtreaktionstyp III bei 39 Jahre altem, an Schizophrenie leidenden Kranken.
Der Einfluß experimentell gesetzter psychischer Reize auf den Reflexablauf.
A. Zwei kurz hintereinander ausgelöste Lichtreflexe der Pupille.
1. Erster Lichtreiz (ausgezogen gezeichnet).
2. Zweiter Lichtreiz (gestrichelt gezeichnet).
B. Gleichzeitig mit dem Lichtreiz wurde ein Schreckreiz gesetzt.
C. Gleichzeitig mit dem Lichtreiz wurde ein Schmerzreiz gesetzt.
D. Der Kranke stand bei Einsetzen des Lichtreizes unter der Einwirkung einer **Furchtsuggestion.**
E. Der durch Furchtsuggestion erzeugte Furchtzustand war abgeklungen, als der Lichtreiz gesetzt wurde.

Wir sehen unter dem Einfluß von Schreckreizen (B) zwar Abänderungen der Form der Reaktion, nicht aber ihrer Ausgiebigkeit; unter dem Einfluß von Furchtsuggestionen treten Abänderungen von Form und Ausgiebigkeit ein, die verschieden sind nach Maßgabe des Zeitpunktes, zu der ich die Lichtreaktion prüfe — ob ich sie prüfe, während die Furchtsuggestion noch wirksam ist (D), oder ob ich sie prüfe, nachdem der eigentliche Furchtzustand schon abgeklungen war. Die quantitativ stärkste Einschränkung der Lichtreaktion sehen wir unter dem Einfluß von Schmerzreizen auftreten (Abb. 54 C). Es ist be-

Digitized by Google

merkenswert, daß im vorliegenden Falle die Furchtsuggestionen neben allen anderen Veränderungen auch eine starke Verlängerung der Latenzzeiten hervorriefen. Im Falle der Abb. 54 fanden wir die quantitativ stärksten Veränderungen jedoch nicht im Gefolge der Furchtsuggestion, sondern im Gefolge der Schmerzempfindung. In anderen Fällen, namentlich bei denjenigen Schizophrenen, die sehr weitgehende Veränderungen der Persönlichkeit durchgemacht hatten, ist das oft anders; bei ihnen sehen wir die stärksten Abänderungen sowohl nach Form als auch nach Intensität besonders häufig unter der Einwirkung von Furchtsuggestionen oder unter ihrer Nachwirkung auftreten.

Wir stellten oben fest, daß die große Masse der Schizophrenen dem Typus IV angehört. In ihm finden wir — prinzipiell ebenso wie bei den drei vorangegangenen Typen — alle Stufen der Abänderung von geringer Einschränkung der Lichtreaktion bis hin zu ihrer völligen Aufhebung. Der hier durchschnittlich repräsentierte Typus ist jedoch schon rein quantitativ so sehr von dem entsprechenden Typ, den wir beim Gesunden vorfinden, unterschieden, daß es eigentlich berechtigt wäre, ihn als besonderen pathologischen Typ abzugrenzen. Wir wollen ihn daher nicht unter dem Gesichtspunkt der Herabminderung des Lichtreflexes gesondert behandeln, sondern in Verbindung mit der völligen Aufhebung.

b) Die Aufhebung des Lichtreflexes.

Wir haben uns daran gewöhnt, die Aufhebung des Lichtreflexes in der besonderen Form, in der wir ihn hier im Auge haben, nämlich als „Spasmus mobilis", in erster Linie mit der Katatonie in Verbindung zu bringen. Wir konnten aber schon oben — vor allem im Anschluß an die klinischen Beobachtungen *A. Westphals* und seiner Mitarbeiter feststellen, daß das nicht richtig ist. Der Spasmus mobilis kommt nicht nur bei der Katatonie, sondern bei allen Formen der Schizophrenie vor, wenn auch die ersten Beobachtungen *A. Westphals* im Jahre 1907 an einem Fall von katatonem Stupor angestellt wurden. Wenn wir die Aufhebung des Lichtreflexes bei Schizophrenen ins Auge fassen, so haben wir mehrere von einander verschiedene Möglichkeiten auseinander zu halten. Erstens die scheinbar konstante Aufhebung des Lichtreflexes, bei der die Aufhebung fast dauernd nachweisbar sein kann, das heißt über einen längeren Zeitpunkt hinüber und unabhängig von allen an den Untersuchten herangebrachten

Digitized by Google

äußeren Bedingungen. Solche Fälle sind nicht gerade häufig; doch konnte *A. Westphal* sie bei seinen durch Jahrzehnte hindurch fortgesetzten systematischen Beobachtungen auf der Abteilung mehrfach nachweisen; einige dieser Fälle konnten wir kinematographisch darstellen. Sie gingen vielfach einher mit ausgesprochenen Formveränderungen der Pupillen, die längsoval, queroval oder in Tropfenform verzogen waren. Dabei handelte es sich häufiger — wenn auch durchaus nicht immer — bei diesen Fällen um die mydriatische Form der Pupillenstarre. In einer Reihe von Fällen, die in dieser Weise rein klinisch das Symptom der Pupillenstarre scheinbar konstant dargeboten hatten, konnte *O. Löwenstein* in systematisch durchgeführten Experimenten[1]) nachweisen, daß die Konstanz des Symptoms durchbrechbar war, und daß — zum mindesten hinsichtlich des Grades, in dem die Starre ausgeprägt war — bestimmte regelmäßige Zuordnungen zu dem experimentell erzeugten Bewußtseinsinhalt und dem diesem Bewußtseinsinhalte zugeordneten Gefühlszustand bestanden. Systematische Untersuchungen lehrten uns im übrigen, daß die mydriatische und miotische Form im Hinblick auf die Reagibilität nicht etwas prinzipiell verschiedenes bedeuten, daß vielmehr die Lichtstarre als solche unabhängig ist von der vorhandenen Weite.

Häufiger als die konstante oder fast konstante Aufhebung des Lichtreflexes findet sich seine inkonstante Aufhebung mit oft außerordentlich schnellem Wechsel von Starre und erhaltener Lichtreaktion; das leuchtet ein, wenn wir uns an die hochgradigen Verschiedenheiten erinnern, die wir oben für die Form des Reflexablaufes bei Schizophrenen nachweisen und darstellen konnten. Wir finden Fälle, in denen sich die Pupillen nur auf den ersten überhaupt gesetzten Reiz hin als lichtstarr erweisen, auf die dann folgenden gleichartigen Reize aber mehr oder weniger prompt ansprechen. Daneben finden wir Fälle, in denen der erste Lichtreiz eine prompte Reaktion zeitigt, die folgenden Reize aber Kontraktionen nicht mehr auszulösen vermögen. Noch häufiger finden wir eine gewisse Regellosigkeit, bei der der Reflex im allgemeinen vorhanden ist, aber hier und da einmal fehlt, und bei der dieses Verhältnis des Fehlens zum Vorhandensein zahlenmäßig schwankt, das heißt, daß zu Zeiten der Reflex häufiger *vorhanden* ist, zu anderen Zeiten aber häufiger *fehlt*. Am häufigsten schließlich sind diejenigen Fälle, in denen das Fehlen des Reflexes erst dann in die Erscheinung tritt, wenn starke spontane

[1]) Monatsschr. für Psych. u. Neurol., Bd. 47. 1920.

Digitized by Google

oder reaktive Affekte das Bewußtsein des Kranken beherrschen, wobei — wie wir schon früher feststellten — den autochthon im Bewußtsein auftretenden Affekten eine noch größere Bedeutung zukommt als den reaktiv, insbesondere den experimentell erzeugten.

α) Das Fehlen des Lichtreflexes beim ersten Lichtreiz.

Die Tendenz zum Fehlen des Lichtreflexes beim ersten Lichtreiz, die beim zweiten Lichtreiz nicht mehr vorhanden ist, zeigt der Fall der Abbildung 55. Es handelt sich um einen 32jährigen Schizophrenen, dessen weite Pupillen auf den ersten Lichtreiz L_1 um etwa ein Drittel der Gesamtexkursion weniger ausgiebig reagieren als auf den zweiten Lichtreiz L_2. Allerdings ist in der diesem Kranken eigentümlichen Form zu reagieren auch bereits die andere Form enthalten, die darin besteht, daß eine Pupille zwar auf den ersten Lichtreiz, nicht aber mehr auf den zweiten reagiert; denn vom zweiten zum dritten Lichtreiz nimmt die Reaktion im Falle der Abbildung 55 erneut um mehr als

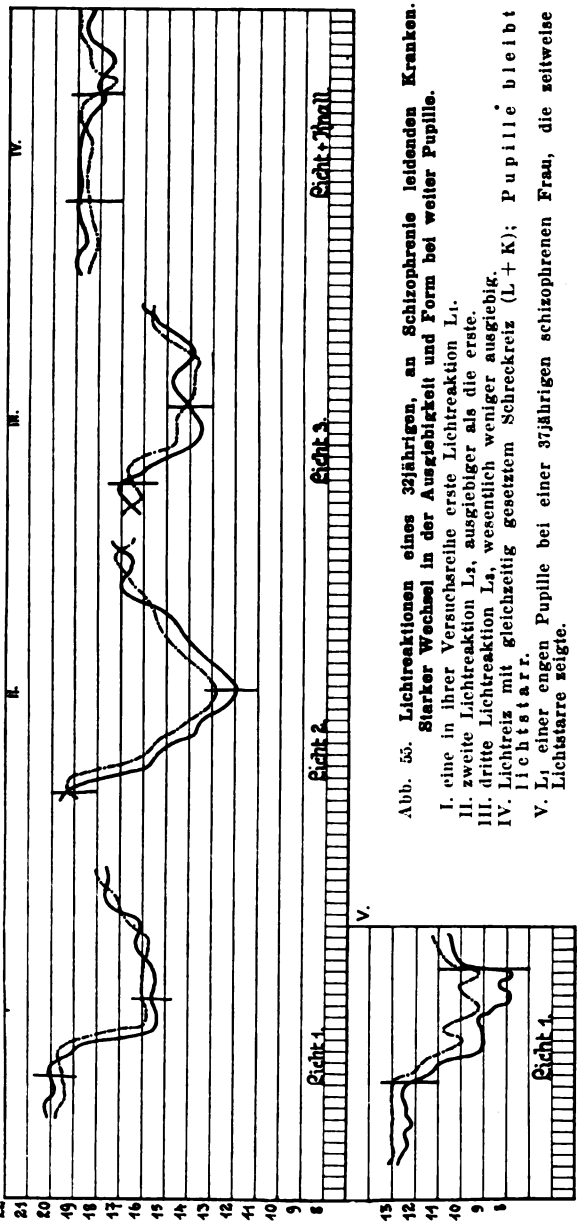


Abb. 55. **Lichtreaktionen eines 32jährigen, an Schizophrenie leidenden Kranken. Starker Wechsel in der Ausgiebigkeit und Form bei weiter Pupille.**
I. eine in ihrer Versuchsreihe erste Lichtreaktion L_1.
II. zweite Lichtreaktion L_2, ausgiebiger als die erste.
III. dritte Lichtreaktion L_3, wesentlich weniger ausgiebig.
IV. Lichtreiz mit gleichzeitig gesetztem Schreckreiz (L + K); Pupille bleibt lichtstarr.
V. L_1 einer engen Pupille bei einer 37jährigen schizophrenen Frau, die zeitweise Lichtstarre zeigte.

Digitized by Google

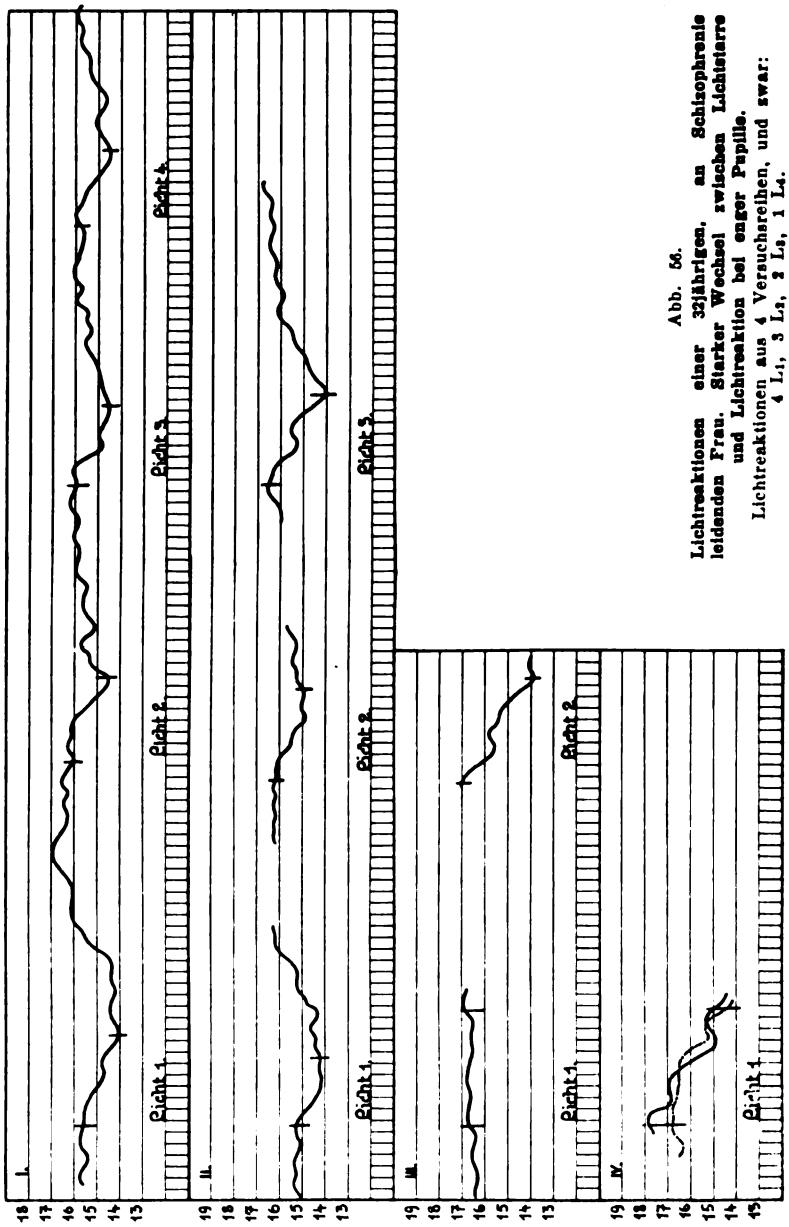


Abb. 56.
Lichtreaktionen einer 32jährigen, an Schizophrenie leidenden Frau. Starker Wechsel zwischen Lichtstarre und Lichtreaktion bei enger Pupille.
Lichtreaktionen aus 4 Versuchsreihen, und zwar: 4 L_1, 3 L_2, 2 L_3, 1 L_4.

ein Drittel ab. Daß es sich dabei um die Auswirkungen psychischer Reize handelt, wird besonders klar, wenn man die vierte Reaktion der Abbildung 55 ins Auge faßt, in der gleichzeitig mit dem Lichtreiz ein Schreckreiz gesetzt wurde; das dadurch erzeugte Erschrecken bewirkte, daß die sehr weite Pupille, die schon auf L_3

Digitized by Google

relativ wenig reagierte, auf Lichtreiz überhaupt nicht mehr ansprach, das heißt lichtstarr blieb. Daß völlig analoge Verhältnisse auch die enge Pupille betreffen können, zeigt der in der gleichen Abbildung 55 wiedergegebene Abschnitt V. Es handelt sich um eine 37jährige Frau von asthenischem Körperbau, deren Pupillen wechselndes Verhalten im Sinne des Spasmus mobilis zeigten, insofern ihre Lichtreaktionen bald prompt, bald herabgesetzt, bald aufgehoben erschienen. Die Kranke litt an lebhaften Sinnestäuschungen. Zu Zeiten zeigte sie kurz dauernde Erregungszustände mit hochgradiger motorischer Unruhe, zu anderen Zeiten lag sie teilnahmslos zu Bett, war dabei negativistisch, zeigte in ihrer Körperhaltung ein ausgesprochen katatones Verhalten. Zur Zeit der Untersuchung war sie ihrer Umgebung gegenüber stark paranoid, dabei erregt und negativistisch. In Abschnitt V der Abb. 55 sehen wir eine zwar enge, aber ausgiebig, wenn auch träge und in Schüben reagierende Pupille, die zu anderen Zeiten ebenso eng, aber lichtstarr war.

Die Reaktionen eines Falles, der Pupillenstarre gelegentlich sehr ausgeprägt zeigte, finden wir in der Abbildung 56 wiedergegeben. Die Kranke zeigte bei der klinischen Untersuchung immer wieder das Symptom der vorübergehenden Lichtstarre. Es handelt sich um eine schizophrene Frau, die sich zur Zeit der Untersuchung in einem mittelstarken Erregungszustand befand, negativistisch war und einen mäßigen Grad allgemeiner motorischer Unruhe zeigte. Somatisch fand sich typisch asthenischer Körperbau mit ausgesprochenem Winkelprofil. — Zu anderen Zeiten war die zur Zeit der kinematographischen Untersuchungen erregte Kranke stumpf, zeigte typisch katatone Haltungen, maniriertes Wesen, zeitweise sinnloses Lachen, Im übrigen war sie zeitlich und örtlich, sowie über ihre Person und ihre Umgebung gut orientiert, weitergehende Intelligenzdefekte waren nicht nachweisbar. Unsere Abbildung 56 zeigt in vier Reihen ausgesprochene Zustände von Lichtstarre, am ausgesprochensten unter L_1 der dritten Reihe. Daß es sich aber auch dabei nicht um eine vollkommene Unbeweglichkeit handelt, daß vielmehr eine gewisse Zunahme der Beweglichkeit auf kontinuierliche Lichtreize besteht, sehen wir deutlich an Form und Ausmaßen der Reaktionen unter L_2 und L_3, besonders auch an L_2 der dritten Reihe, wenn man sie mit der zugehörigen L_1 vergleicht. Immerhin waren auch diese so gering, daß sie bei der Betrachtung mit dem bloßen Auge eine Bewegung der Iris nicht überall hätten erkennen lassen. Bemerkenswert ist, daß in diesem Falle auch die Pupillenunruhe träge und unausgiebig war, daß sie aber keineswegs fehlte.

Digitized by Google

Es handelt sich also hier um einen Fall von Lichtstarre der Pupille, bei dem die Lichtstarre auf jeden in seiner Versuchsreihe ersten Lichtreiz hin klinisch fast konstant nachweisbar war, bei dem aber die kinematographische Analyse ergab, daß die Unbeweglichkeit der Iris nicht komplett ausgebildet war, daß sie vielmehr — wenn auch innerhalb sehr enger Grenzen — Reste einer Lichtreaktion zeigte, die besonders auf den zweiten und dritten Lichtreiz hervortraten. Die Pupillenunruhe war träge und unausgiebig, aber nicht fehlend.

β) Die unter dem Einfluß kontinuierlicher Lichtreize sich entwickelnde Starre.

Besonders häufig beobachtet man — wie wir schon hervorgehoben haben — solche Fälle, bei denen die Pupille auf den ersten Lichtreiz gut anspricht, beim zweiten Lichtreiz aber starr oder fast starr bleibt,

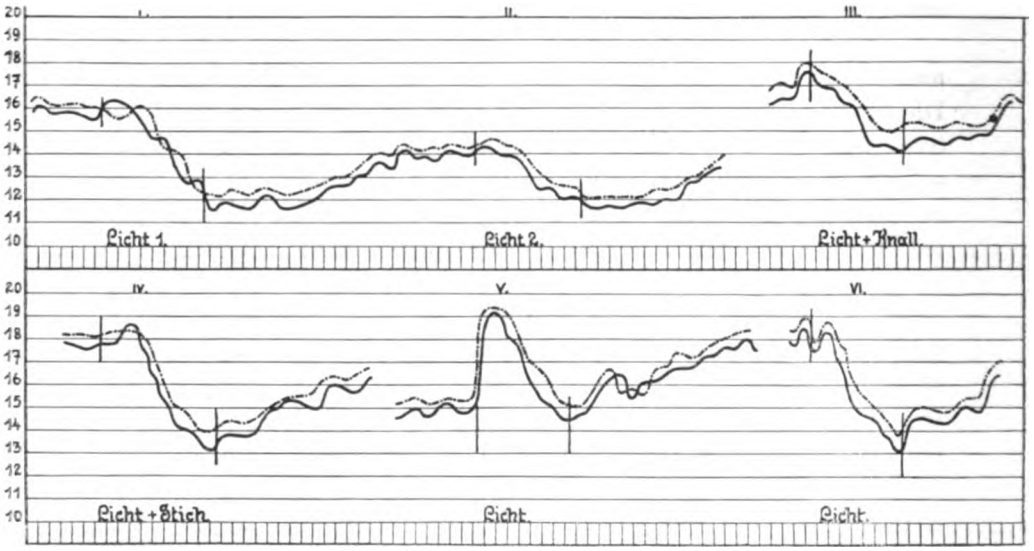


Abb. 57. **Lichtreaktionen eines 23jährigen, an Katatonie leidenden Mannes.**
Die erste Lichtreaktion ist wesentlich ausgiebiger und prompter als die zweite, ohne daß diese Abnahme durch Ermüdungsvorgänge erklärt werden könnte.
I. Erste Lichtreaktion (L_1).
II. Zweite Lichtreaktion (L_2). Starke Abnahme von L_1 nach L_2.
III. Lichtreiz mit gleichzeitig gesetztem Schreckreiz (L + K).
IV. Lichtreiz mit gleichzeitig gesetztem Schmerzreiz (L + S).
V. Lichtreaktion, die stark unter dem Einfluß autochthoner Affekte (Erwartungsspannung) verläuft.
VI. Lichtreaktion.

ohne daß etwa normale Erschöpfungsvorgänge die Grundlage dieses Verhaltens abgeben könnten. Einen — wenn auch nicht voll ausgeprägten — Fall dieser Art zeigt die Abbildung 57. Es handelt sich

Digitized by Google

um einen 23jährigen Techniker, der zur Zeit der experimentell-kinematographischen Untersuchung seit etwa 1½ Jahren krank war, und der das Zustandsbild der ausgeprägten Katatonie darbot. Er war in hohem Maße negativistisch, verweigerte die Nahrungsaufnahme, so daß er mit der Sonde ernährt werden mußte, stand unter dem Einfluß von Sinnestäuschungen und Wahnvorstellungen. Wir sehen bei L_1 eine zwar prompte, wenn auch nicht sehr ausgiebige Reaktion, bei L_2 hingegen eine stark herabgeminderte Reaktion, die so gering war, daß sie klinisch Starre vortäuschen konnte. Dieses Verhalten, das also dadurch gekennzeichnet war, daß der jeweils erste Lichtreiz eine prompte und ausgiebige Reaktion, der jeweils zweite Lichtreiz aber nur noch eine minimale oder gar keine Reaktion mehr zeitigte, trat in völlig gleicher Weise bei diesem Kranken immer wieder hervor. Auch hier ließ sich nachweisen, daß eine hochgradige Ansprechbarkeit auf experimentelle psychische Reize vorlag, wenn auch nicht so hochgradig wie im Falle der Abbildung 55. Dabei bestand die Eigentümlichkeit, daß der Lichtreflex durch Schreckreize eine Herabminderung erfuhr, nicht aber auch durch Schmerzreize. In Abbildung 57 III sehen wir die Veränderungen, die der Lichtreflex durch einen gleichzeitigen Schreckreiz erleidet, und unter 57 IV die Veränderungen, die er durch einen Schmerzreiz erleidet. Es zeigt sich, daß Schmerzreiz und Schreckreiz nicht gleichsinnig verändern, daß der Schreckreiz eine mäßige Herabminderung, der Schmerzreiz aber eher eine Vertiefung der Lichtreaktion erzeugt. Wenn — wie es wahrscheinlich ist — psychische Reize es waren, die die Herabminderung der Lichtreaktion auf den zweiten Lichtreiz bei L_2 erzeugten, so ist andererseits die Art dieser psychischen Reize keineswegs auch nur annähernd bestimmbar. Die Erweiterung, die in Abbildung 57 IV unter dem Einfluß des Schmerzreizes zunächst auftritt, beobachteten wir gerade im Falle dieses Kranken als Initialsymptom der Lichtreaktion häufig; wo es auftrat, war es stets mit Verlängerung der Latenzzeit verbunden. In Abbildung 57 V ist eine Reaktion dargestellt, in der bei dem gleichen Kranken als Antwort auf den ersten Reiz, der innerhalb einer Beobachtungsreihe gesetzt wurde, zunächst eine erhebliche Pupillenerweiterung einsetzte, die zweifellos psychischen Einflüssen ihre Entstehung verdankte; erst dann folgte eine — freilich prompte — Verengerung. Die Pupille des nichtbelichteten Auges machte die gleiche Bewegung — konsensuell — in allen Einzelheiten mit. Das Ergebnis der Belichtung war also zunächst eine starke Erweiterung, der erst sekundär eine Verengerung folgte. Erweiterung und Wiederverengerung hatten erhebliche Ausmaße; die

Digitized by Google

Verengerung jedoch bewirkte nicht eine Pupillenweite, die unter die Ausgangsweite hinunterging. Andeutungen zu einer solchen initialen Erweiterung zeigt auch die unter VI abgebildete Belichtungsreaktion, die ebenfalls die erste in ihrer Reihe war und daher in unserer Abbildung 57 mit L_1 bezeichnet werden muß.

Das prinzipiell gleiche Verhalten, jedoch ausgeprägter und mit der Maßgabe, daß es sich um eine mydriatische Pupille handelt, zeigt der Fall der Abbildung 58. Es handelt sich dabei um einen schizophrenen Mann, der zur Zeit der Untersuchung 21 Jahre alt war; er soll von jeher sonderbar gewesen sein, erkrankte im Alter von 19 Jahren an einem katatonen Zustandsbild mit zahlreichen Wahnvorstellungen, denen er in pathetischen Worten Ausdruck gab. Allmähliche Entwicklung von Sprachverwirrtheit. Nach 2jähriger Krankheitsdauer Exitus letalis.

In der letzten Zeit seines Anstaltsaufenthaltes war Spasmus mobilis bei weiten und mittelweiten Pupillen häufig nachweisbar, zeitweise auch nur einseitig. Zu Zeiten war die Reaktion prompt, gelegentlich beobachtete man, daß die gleichen Pupillen, die wenige Minuten vorher noch prompt und ausgiebig reagiert hatten, plötzlich lichtstarr waren, ebenso wie man umgekehrt beobachten konnte, daß die vorher lichtstarre Pupille wenige Minuten später prompt reagierte. Die Abbildung 58 zeigt nebeneinander die direkte (ausgezogen gezeichnete) und die konsensuelle (gestrichelt gezeichnete) Reaktion der mydriatischen, nicht verzogenen Pupille. Bei der ersten Belichtung erweist sich die Reaktion prompt, wenn auch nicht sehr ausgiebig, bei der zweiten Belichtung erweist sich die Pupille als starr. Die kurz hinterher vorgenommene dritte Belichtung zeigt wieder prompte und ausgiebige, die vierte Belichtung sogar sehr ausgiebige Lichtreaktionen. Zu anderen Zeiten sahen wir, daß die auf den zweiten Lichtreiz starr erscheinende Pupille sich auch allen folgenden Lichtreizen gegenüber refraktär verhielt. Wir sehen in Abb. 58 von der unter II abgebildeten Lichtstarre über III bis zu IV eine kontinuierliche Entwicklung zu prompter und ausgiebiger Reaktion; das war eine Entwicklung, die sich innerhalb der gleichen Versuchsreihe, das heißt innerhalb weniger Minuten, vollzog, und die den Gesetzen normaler Ermüdung zuwiderlief. Als bei L_5 gleichzeitig mit dem Lichtreiz ein Schreckreiz gesetzt wurde, fand sich die Pupille — dieses Mal als Folge der Einwirkung eines von außen, das heißt experimentell gesetzten Reizes — wiederum fast starr. Bei der Wiederholung des Schreckreizes sehen wir als Antwort auf L_6 unter VI eine ausgesprochene Reaktion, die sich hinsichtlich ihrer Ausmaße nur wenig

Digitized by Google

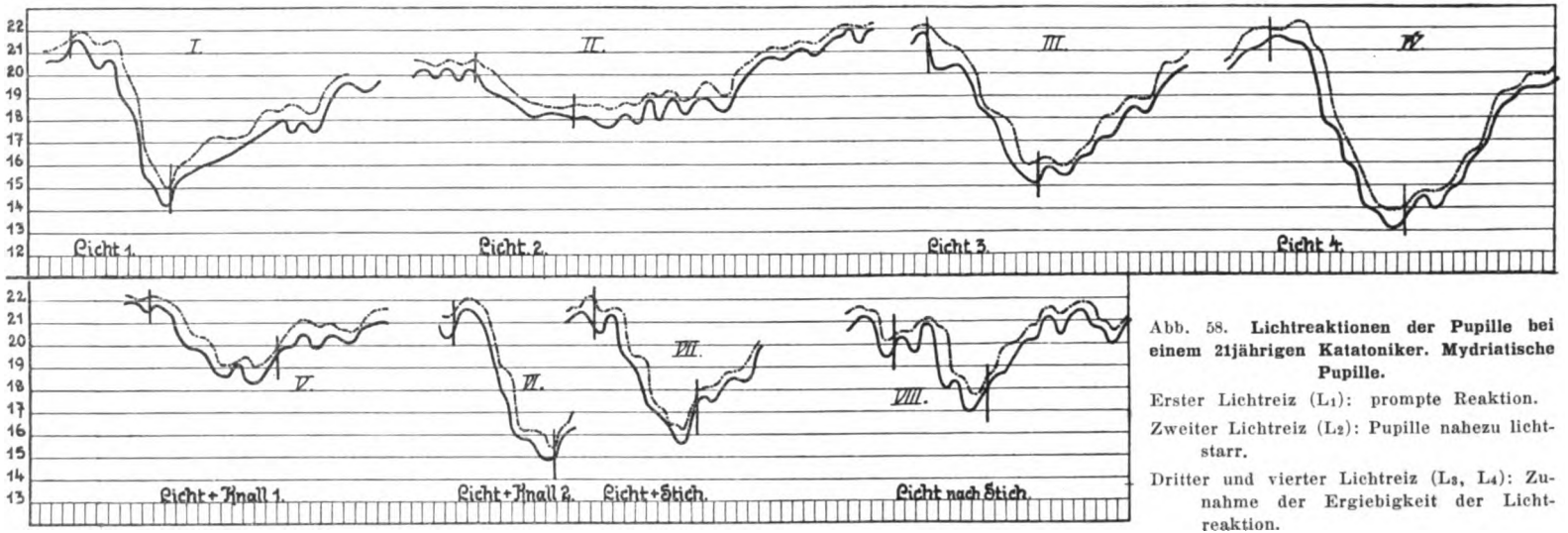


Abb. 58. **Lichtreaktionen der Pupille bei einem 21jährigen Katatoniker. Mydriatische Pupille.**

Erster Lichtreiz (L_1): prompte Reaktion.

Zweiter Lichtreiz (L_2): Pupille nahezu lichtstarr.

Dritter und vierter Lichtreiz (L_3, L_4): Zunahme der Ergiebigkeit der Lichtreaktion.

Fünfter Lichtreiz, der durch Schreckreiz kompliziert war ($L_5 + K_1$): minimale Reaktion.

Sechster Lichtreiz, der ebenfalls durch Schreckreiz kompliziert war ($L_6 + K_2$): prompte Reaktion.

Siebenter Lichtreiz, der durch Schmerzreiz kompliziert war ($L_7 + S$): prompte Reaktion.

Achter Lichtreiz, der n a c h $L_7 + S$ gesetzt wurde (L_8 nach S): vertrackte, sehr ausgiebige Reaktion der mydriatischen Pupille.

Digitized by Google

änderte, als unter VII bei L_7 ein Schmerzreiz gleichzeitig mit dem Lichtreiz gesetzt wurde. An die Stelle der glatten, prompten und relativ ausgiebigen Reaktion bei L_7 trat eine vertrackte und völlig unausgiebige Reaktion, als im Anschluß an diesen durch einen Schmerzreiz komplizierten Lichtreiz ein neuer Lichtreiz L_8 gesetzt wurde, der nicht mehr durch Schmerzreiz kompliziert war, und der unter VIII abgebildet ist. Es ist offenbar, daß hier der Schmerzreiz von L_7 noch nachwirkte, sei es nun, daß er noch unmittelbar wirksam war, sei es auch, daß die Furcht vor einem neuen Schmerzreiz das Bewußtsein beherrschte und die Form der Lichtreaktion auf L_8 bestimmte.

Wir sehen also ein *scheinbar regelloses Verhalten zwischen Lichtstarre und ausgiebiger Reaktion, ein Verhalten jedoch, von dem sich nachweisen läßt, daß es in direkter Abhängigkeit von der wechselnden Gefühlsbetonung des wechselnden Bewußtseinsinhaltes steht.*

Vom Standpunkte ihrer Genese sind Fälle, in denen die Pupille sich auf den ersten Lichtreiz verengert, auf den zweiten aber starr bleibt, identisch mit den anderen, in denen das umgekehrte Verhalten

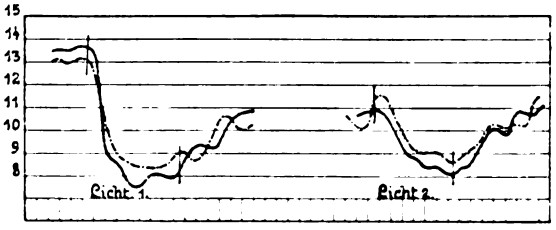


Abb. 59. **Lichtreaktion der Pupille bei 27jährigem Katatoniker. Miotische Pupille.**
Erster Lichtreiz (L_1): bewirkt prompte Reaktion.
Zweiter Lichtreiz (L_2): bewirkt nur sehr geringe Reaktion der sehr engen Pupille.

statt hat, bei denen die Pupille zunächst, d. h. beim ersten Lichtreiz, der sie trifft, starr ist, dann aber auf die nachfolgenden Reize mehr oder weniger gut reagiert. In allen diesen Fällen ist in völlig gleicher Weise die wechselnde Gefühlsbetonung der wechselnden Bewußtseinsinhalte maßgebend für die Gestaltung der Form des Lichtreflexes. Dennoch müssen wir wenigstens ganz kurz die Frage erörtern, ob nicht das hier gezeigte Verhalten — die starke Herabminderung des Lichtreflexes durch den zweiten Lichtreiz — trotzdem auf einem natürlichen Ermüdungsvorgang beruht. Daß eine solche Annahme unrichtig wäre, leuchtet ohne weiteres ein, wenn es sich um ein Auf und Ab handelt, wie das in der Abbildung 58 zum Ausdruck kommt. Zum gleichen Typ, zu dem der Fall der Abbildung 58 gehört, gehört auch der Fall der Abbildung 59, jedoch mit der Maßgabe, daß es sich

Digitized by Google

hier wieder um eine miotische Form handelt. Die Herabsetzung des Lichtreflexes in L_2 ist gegenüber L_1 so hochgradig, daß normale Erschöpfungsvorgänge dieses Verhalten nicht erklären würden. Auch in diesem Fall fanden wir nämlich zu anderen Zeiten das Auf und Ab, das darin besteht, daß ausgiebige und völlig unausgiebige Reaktionen miteinander alternierten. Das aber ist ein Verhalten, das in unlöslichem Widerspruch steht zur Annahme einer Ermüdung oder gar Erschöpfung; denn Ermüdungs- und Erschöpfungsvorgänge sind ihrem Wesen nach derart, daß sie sich kontinuierlich vollziehen. Es handelte sich im vorliegenden Falle um einen 27jährigen Mann, der erst seit kurzem psychisch verändert war; zur Zeit der Untersuchung erschien er in seinem Wesen stark gehemmt, dabei seiner Arbeit

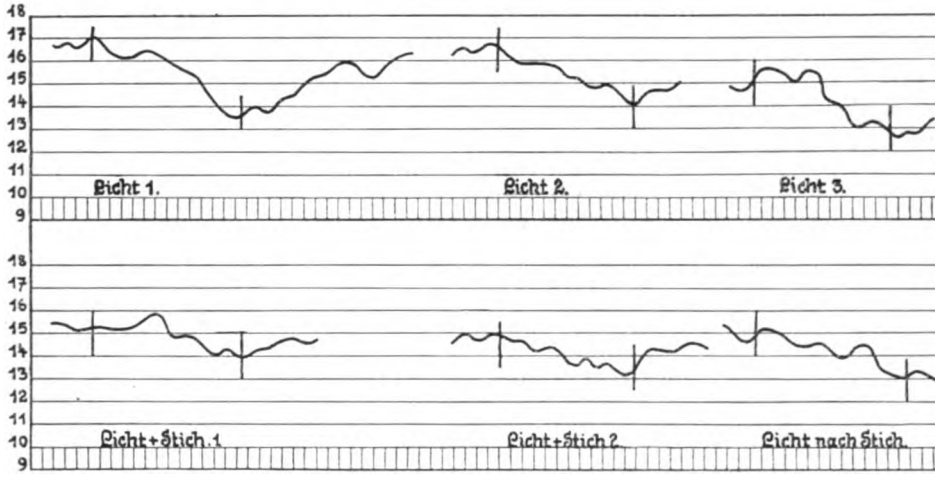


Abb. 60. **Lichtreaktionen bei 50jähriger Frau, die an Dementia paranoides leidet.**

Erste Versuchsreihe. L_1 bewirkt träge und unausgiebige Reaktion. L_2 bewirkt Lichtstarre. L_3 wieder etwas ausgiebigere Reaktion, aber in der Form verändert.

Zweite Versuchsreihe. $L_1 + S$: Lichtstarre, $L_2 + S_2$: Lichtstarre } geringe Verschiedenheiten der Form. L_3 nach S: Lichtstarre, wenn auch nicht mehr ganz so vollständig.

gegenüber insuffizient. Es entwickelte sich schnell zunehmende Stumpfheit bei starrem Gesichtsausdruck und gebundener Körperhaltung. Die damals gestellte Diagnose der beginnenden Schizophrenie wurde durch den weiteren Krankheitsverlauf bestätigt.

Wir betonten schon, daß die Verschiedenheiten im Rhythmus, die wir bezüglich des Auftretens von Lichtstarre und prompter Lichtreaktion beobachten, nicht auch Verschiedenheiten prinzipieller Natur bedeuten. Denn gelegentlich findet man bei ein und demselben Kranken die — wie nochmals hervorgehoben sei — von den normalen

Digitized by Google

Ermüdungsvorgängen unabhängige Tendenz zur Entwicklung der Lichtstarre beim zweiten Lichtreiz, während beim ersten Reiz eine mehr oder weniger ausgeprägte Reaktion vorhanden ist, man aber zu anderen Zeiten bei dem gleichen Kranken von vorneherein das Phänomen der Lichtstarre findet. Ein Beispiel hierfür gibt die Abbildung 60, die von einer Kranken gewonnen wurde, die seit Jahren an Verfolgungsvorstellungen litt, sich vergiftet fühlte, Gesichts- und Gehörshalluzinationen äußerte. Ihr Gesichtsausdruck war gespannt, ihr Körperbau ausgesprochen asthenisch. Zur Zeit der Untersuchung war sie hochgradig zerfahren, aber zeitlich und örtlich orientiert. Sie war erfüllt von Wahnvorstellungen, wies aber keinerlei katatone Symptome auf. Die Lichtreaktionen der Pupillen waren zeitweise träge und unausgiebig, zu anderen Zeiten überhaupt nicht nachweisbar.

In der Abbildung 60 sehen wir in der ersten Reihe die Lichtreaktion der mittelweiten Pupille von L_1 nach L_2 hin abnehmen, von L_2 nach L_3 hin die Form ändern.

Im Gegensatz hierzu sehen wir in einer zweiten Versuchsreihe, die ebenfalls in der Abbildung 60 abgebildet ist, die Pupille der gleichen Versuchsperson von vorneherein starr.

3. Die Bedeutung psychischer Einwirkungen für den Ablauf des Lichtreflexes bei der Schizophrenie.

Wir haben schon früher festgestellt (I, S. 62), daß den psychischen Reizen insofern eine spezifische Wirkung zukommt, als die Art und das Maß, in dem sie beim gesunden Menschen den Ablauf der Lichtreaktionen beeinflussen und verändern, nicht nur von der Intensität, sondern mehr noch von der Art der Bewußtseinsvorgänge abhängen, die durch den gesetzten psychischen Reiz geweckt werden. Wir fanden, daß der Einfluß, der von der psychischen Wirkung eines Schreckreizes ausgeht, ein anderer ist als derjenige, der von der psychischen Wirkung eines Schmerzreizes ausgeht, und daß beide wiederum verschieden sind von dem Einfluß, der von einem Furchtzustand bewirkt wird. Es fragt sich, welches die Auswirkungen sind, die von diesen gleichen Reizen auf das Pupillenspiel Schizophrener ausgehen. Wir wollen dieser Frage an Hand des uns vorliegenden kinematographischen Materials nachgehen; dabei bedienen wir uns für die Erzeugung der verschiedenen psychischen Reize der gleichen Versuchsanordnung, die wir oben beschrieben haben (Abb. 1).

Digitized by Google

a) Die Wirkung von Schreckreizen.

Wir haben oben festgestellt, daß der Lösungsaffekt des Erschreckens beim Gesunden eine in zwei Phasen aufsteigende, für beide Pupillen sich gleichzeitig und gleichsinnig vollziehende Erweiterung erzeugt. Die durch den Schreckreiz erzeugte und schon zum Stillstand gelangte Erweiterung bewirkt keine nennenswerte Veränderung in der Form des Lichtreflexes, der an der maximal erweiterten Pupille ausgelöst wurde. Dahingegen fanden wir, daß die entgegengesetzten Tendenzen, diejenige der Erweiterung, die durch den Schreck ausgelöst wurde und diejenige der Verengerung, die durch den Lichtreiz ausgelöst wurde, einander auch normalerweise, das heißt beim Gesunden, bis zu gewissem Grade wechselseitig aufheben, wenn beide Reize, das heißt Lichtreiz und Schreckreiz, gleichzeitig gesetzt wurden und gleichzeitig wirksam werden. Wir fanden, daß beim Reaktionstyp I die Tendenz zur Hemmung des Lichtreflexes

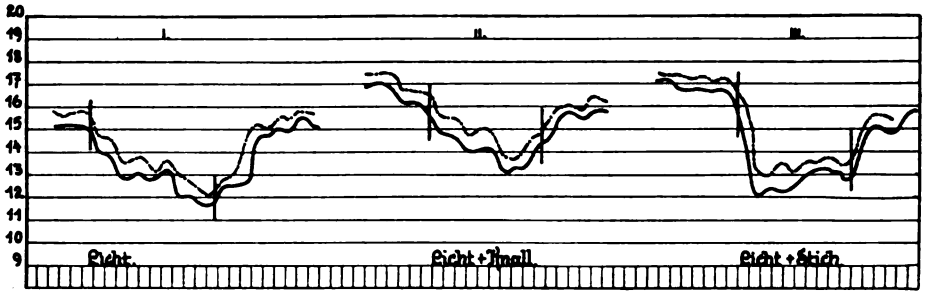


Abb. 61. **Psychische Reize bei unausgiebiger Lichtreaktion der engen Pupillen eines älteren Schizophrenen.**
Geringe Wirkung psychischer Reize.
I. Unbeeinflußte Lichtreaktion (L_1).
II. Lichtreiz und Schreckreiz (L + K).
III. Lichtreiz und Schmerzreiz (L + S).

durch Schreckreize geringer war als beim Reaktionstyp IV; mäßige Herabsetzungen des Lichtreflexes durch Schreckreiz sind die Regel, aber auch starke Herabsetzungen kommen vor. Daß aber der Lichtreflex durch einen gleichzeitig mit dem Lichtreiz gesetzten Schreckreiz völlig aufgehoben wird, ist beim gesunden Menschen ein seltenes Vorkommnis, das — wo es überhaupt auftritt — häufiger beim Typ IV als bei den Typen I, II oder III zu beobachten ist.

Welches sind die Erscheinungsformen der Einwirkungen von Schreckreizen auf den Lichtreflex der Schizophrenen, mit welcher Häufigkeit kommen intensive Einwirkungen vor, und wie verteilen sie sich auf die verschiedenen Typen?

Digitized by Google

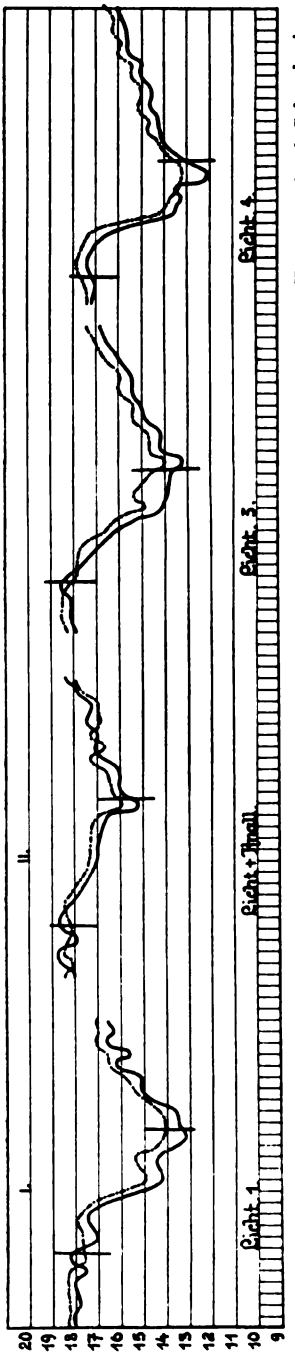


Abb. 62. An Katatonie leidender 26jähriger Mann; wechselnde Ausmaße der spontanen Lichtreaktion, starke Hemmung durch Schreckreiz.
L_1: Reaktion auf ersten Lichtreiz. L_3: Reaktion auf dritten Lichtreiz.
L + K: Reaktion auf Licht- und gleichzeitig gesetzten Schreckreiz. L_4: Reaktion auf vierten Lichtreiz.

Daß es Fälle gibt — auch solche, die dem Lichtreaktionstypus IV angehören —, bei denen ein gleichzeitig mit dem Lichtreiz gesetzter Schmerzreiz keine nennenswerte Abänderung in der Form des Lichtreflexes bewirkt, beweist die Abbildung 61, in der wir unter I einen unbeeinflußten (L_1), unter II einen durch Schreckreiz (L+K) und unter III einen durch Schmerzreiz (L+S) beeinflußten Lichtreflex dargestellt sehen. Untersucht wurde ein Mann, der klinisch fast dauernd eine starke Herabminderung des Lichtreflexes aufwies. Er befand sich zur Zeit der experimentellen Untersuchung seit 7 Jahren in der Anstalt. Nach einem längere Zeit dauernden hypochondrischen Vorstadium, in dem er stark autistisch war und sich vollkommen gegen die Umgebung abkapselte, begann er sich zu vernachlässigen, hörte auf zu arbeiten, ging in seinen intellektuellen Fähigkeiten stark zurück.

In anderen Fällen finden wir eine mehr oder weniger starke Herabminderung der Lichtreaktion der — weiten, mittelweiten oder engen — Pupille durch Schreckvorgänge. Ein Beispiel für solche starke Herabminderung der Pupillenreaktion zeigte die Abbildung 62. Sie stammt von einem Mann, der zur Zeit der experimentellen Untersuchung 26 Jahre alt war. Er war dadurch auffällig geworden, daß er nachts aufstand und umherirrte, seine Arbeit — er war Anstreicher — einstellte und erklärte, er sei zu höherer geistiger Arbeit geboren. Er war zeitweise ablehnend gegen seine Umgebung, stand mit gespanntem Gesichtsausdruck da, abstinierte zeitweise, verweigerte die Unter-

Digitized by Google

suchung. Zu anderen Zeiten war er motorisch erregt, sprang unruhig in vertrackten Stellungen im Zimmer umher, malte unverständliche Zeichen und Zirkel auf die Wände seines Zimmers, gab dafür unverständliche Erklärungen. Zu wieder anderen Zeiten war er läppisch, lachte vor sich hin. Zur Zeit der Untersuchung war er mutazistisch, reagierte auf Anrede durch läppisches Lachen, antwortete entweder gar nicht oder murmelte unverständliche Dinge vor sich hin. Überließ man ihn sich selbst, so saß er ruhig lächelnd da oder stand umher, hatte die Taschen stets voll von Papierfetzen und Brotresten. Die Pupillen zeigten bei der klinischen Untersuchung keine Besonderheiten, erwiesen sich aber bei der kinematographischen Untersuchung als in wechselndem Grade in der Reaktion herabgesetzt, reagierten im allgemeinen auf den ersten Reiz wesentlich weniger als auf den zweiten Reiz.

In der Abbildung 62 sehen wir eine zu Typus IV gehörige erste Lichtreaktion mittleren Ausmaßes bei weiter Pupille. Unter II der gleichen Abbildung sehen wir, wie diese Lichtreaktion unter dem Einfluß eines Schreckreizes auf weniger als die Hälfte ihres vorigen Ausmaßes herabsinkt, während ein kurz darauf gesetzter dritter Lichtreiz (Abbildung 62, III) wieder ungefähr die gleichen Ausmaße zeigt, die die erste Lichtreaktion gehabt hatte. Ein kurz darauf gesetzter vierter Reiz zeigt eine noch promptere und eine noch etwas ausgiebigere Lichtreaktion als die vorhergehende.

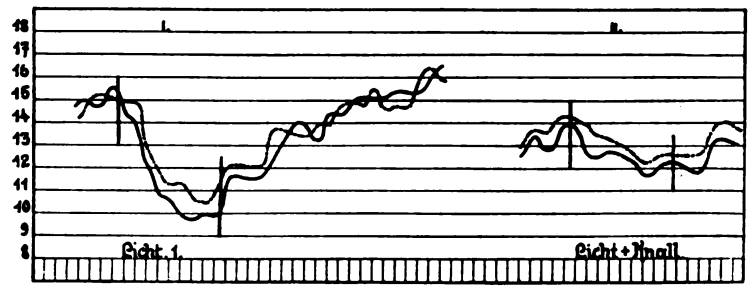


Abb. 63. **26jähriger Katatoniker.** Durch Schreckreiz erzeugte Lichtstarre der Pupille.

L_1: unbeeinflußte Lichtreaktion.
L + K: durch gleichzeitig mit dem Lichtreiz gesetzten Schreckreiz beeinflußte Lichtreaktion (Lichtstarre).

Abbildung 63 zeigt eine mittelweite, prompt und ausgiebig reagierende Pupille, die auf einen Schreckreiz (63, II) bei der Beobachtung mit dem bloßen Auge lichtstarr wird. Die Masse der dennoch vorhandenen Reaktion, die sich kinematographisch nachweisen lassen, sind derart, daß die Pupille mit bloßem Auge

Digitized by Google

lichtstarr erscheinen mußte. Der Kranke war ein Mann, der zur Zeit der Untersuchung 26 Jahre alt war. Er war mäßig begabt, war schon als Kind dadurch aufgefallen, daß er wenig sprach, sich von anderen Kindern zurückzog, nie Freunde hatte; er erkrankte an einem motorischen Erregungszustand, würgte sich die Kehle, verlangte einen Strick, mit dem er sich erhängen wollte und fragte ängstlich, warum er denn sterben solle. Seine Haltung war ängstlich gespannt, dabei negativistisch, indem er sich gegen alles sträubte, zeitweise abstinierte. Er stand zu Zeiten in gespannter Haltung mit ängstlichem Gesichtsausdruck im Saal umher, gab auf Fragen keine Antwort, zu anderen Zeiten war er aggressiv, spuckte im Saal umher, griff andere Kranke an; zu wieder anderen Zeiten lag er in katatoner Haltung mit geschlossenen Augen zu Bett und sperrte sich gegen alles. Zur Zeit der Untersuchung lag er in gebundener Haltung da, den Kopf vom Kissen abgehoben, reagierte in keiner Weise auf seine Umgebung, sprach unverständliche Worte in sich hinein. Die Pupillenreaktionen erschienen bei der klinischen Untersuchung träge. Kurz nach der experimentellen Untersuchung, von der die vorliegenden Abbildungen stammen, zeigte er eine hochgradige katatone Erregung, in der er aggressiv wurde gegen seine Umgebung.

Wir sehen also neben solchen Schizophrenen, bei denen durch Schreckreize nur eine mäßige oder keine Veränderung der Lichtreaktion erzeugt werden konnte, solche Fälle, die unter dem Einfluß des Schreckens lichtstarr wurden.

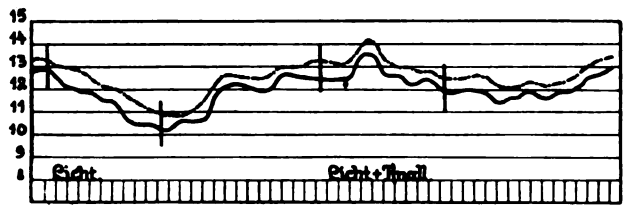


Abb. 64. Alte Schizophrenie, Defektheilung.
L_1: unbeeinflußte Lichtreaktion.
L + K: Lichtstarre — in Wirklichkeit geringe Erweiterung der Pupille — bei gleichzeitig gesetztem Licht- und Schreckreiz.

Abbildung 64 zeigt einen Fall, der dem Typus IV zugehört; er zeigt an und für sich geringe Lichtreaktionen. Bei der Kombination von Licht- mit Schreckreizen tritt nicht nur keine Verengerung auf, sondern nach einer relativ langen Latenzzeit sogar eine geringe Erweiterung der Pupille, so daß diese klinisch völlig starr erscheinen würde. Es handelt sich um einen Fall, der im allgemeinen bei der rein klinischen Betrachtung keine erkennbaren Verengerungen aufwies,

Digitized by Google

nur ganz gelegentlich war einmal eine Verengerung auf Lichtreiz erkennbar. Der Fall betrifft einen alten Schizophrenen, der seit mehr als 30 Jahren krank und zur Zeit der Untersuchung völlig unzugänglich war, negativistisch, ganz uneinfühlbar, auf alle Fragen stereotyp „Ich weiß nicht" antwortete. Zu anderen Zeiten war er völlig teilnahmslos oder stuporös, zu wieder anderen Zeiten zeigte er starke motorische Erregungen mit massenhaften Sinnestäuschungen. Zur Zeit der Untersuchung war er ein stiller, fleißiger, aber gegen die Außenwelt völlig abgekapselter Arbeiter.

Wenn wir nun an die Beantwortung der Frage herangehen, in welchem Prozentsatz starke und in welchem Prozentsatz schwache Beeinflussungen des Lichtreflexes durch Schreckreize vorkommen, und wie sich die verschiedenen Beeinflussungsgrade den verschiedenen Typen des Lichtreflexes zuordnen, so müssen wir zunächst konstatieren, daß die Möglichkeit einer Zuordnung der verschiedenen Typen nach Maßgabe des uns vorliegenden Materials nicht gegeben ist; denn fast das gesamte Material, das uns vorliegt, gehört zu Typ IV und zwar zu mehr als 90 Proz. Von 35 Fällen von Schizophrenie, die wir kinematographisch daraufhin analysierten, gehörten 31 dem Typ IV an. Von den übrig bleibenden konnte bei einem, der zum Typus II gehörte, durch Schreckreize Lichtstarre erzeugt werden; es handelt sich dabei um einen Mann mit weiten Pupillen, dessen Lichtreaktionen schon normalerweise sehr wechselten, dessen schwach ausgeprägte Reaktionen übrigens stellenweise sich dem Typ IV stark annäherten. In einem zweiten Falle, der dem Typus II zugehört, und der ebenfalls weite Pupillen aufwies, sahen wir eine starke Herabminderung des Lichtreflexes durch Schreckreiz; in einem dritten Fall vom Typus II, der ebenfalls weite Pupillen zeigte, fanden wir die Lichtreaktion durch Schreckreiz in mittlerem Grade herabgemindert; und ein vierter Fall, der dem Typus I angehörte, zeigte in mäßigem Grade eine Beeinflußbarkeit durch Schreckreize. Unter den 31 Fällen, die dem Reaktionstyp IV angehörten, erwies sich — unbeschadet der Tatsache, daß das Maß der Beeinflußbarkeit überall stark wechselte — genau die Hälfte als „stark" und „sehr stark" beeinflußbar durch Lichtreiz, die andere Hälfte aber als „schwach" oder „mittelstark" beeinflußbar; dabei ist charakteristisch, daß unter den „stark" und „sehr stark" Beeinflußten die „sehr stark" Beeinflußten die zahlreicheren waren und zwar im Verhältnis 7:2; die „Unbeeinflußten" verhielten sich zu den „schwach" Beeinflußten wie 5:4, das heißt, es überwiegt die Tendenz zum Extremen; ein mittlerer Grad der Beeinflußbarkeit ist genau halb so häufig wie extreme *Un*beeinflußbar-

Digitized by Google

keit oder extreme Beeinflußbarkeit. Will man aus diesen Zahlen einen Sinn herauslesen, so wird man in dem darin bezeichneten Verhalten vielleicht einen Parallelismus zu erblicken haben zu der Vermehrung der Suggestibilität, die man in positivem oder negativem Sinne, das heißt positiv als vermehrte Beeinflußbarkeit oder negativ als Negativismus bei dem überwiegenden Teil des hier untersuchten Krankenmaterials antrifft.

b) Die Wirkung von Schmerzreizen.

Wir haben oben festgestellt, daß beim Gesunden die durch Schmerz erzeugten Pupillenwirkungen im allgemeinen größer sind als die durch Schreck erzeugten. Während wir eine Aufhebung der Lichtreflexe der Pupillen durch gleichzeitig mit dem Lichtreiz gesetzten Schreckreiz weniger häufig finden, finden wir eine Aufhebung der Lichtreflexe bei gleichzeitig gesetzten Schmerzreizen häufiger; am häufigsten bei den Typen II und IV, das heißt denjenigen Formen, die durch eine träge Verengerung ausgezeichnet sind. Da fast das gesamte der Schizophrenie zugehörige Material — wie wir oben schon feststellten — zu Typ IV gehört, das heißt durch eine träge Verengerung ausgezeichnet ist, werden wir von vorneherein erwarten können, daß Schmerzreize auch bei den Schizophrenen in sehr viel höherem Grade und sehr viel häufiger zu einer Hemmung des Lichtreflexes führen können als Schreckreize das können. Diese Vermutung finden wir bei unseren experimentellen Untersuchungen bestätigt.

Rein symptomatologisch sind wir in der Lage — genau wie wir das für die Wirkung der Schreckreize konnten — jeden Grad der Beeinflussung des Lichtreflexes durch Schmerzreize aufzuweisen. Wenn wir die zahlenmäßige Verteilung der verschiedenen Grade der Beeinflussung ins Auge fassen, so finden wir auch hier wieder, daß die „extrem geringen" und die „extrem starken" Beeinflussungen gegenüber den „mittleren" Graden der Beeinflußbarkeit stark überwiegen. Wir finden sie im Verhältnis von 4:1; die „stark" beeinflußbaren Fälle sind dabei häufiger vertreten als die „unbeeinflußbaren". Sie verhalten sich zu einander wie 3:2. Eine Zuordnung der verschiedenen Grade zu den verschiedenen Typen ist uns jedoch auch hier nicht möglich, und zwar aus dem gleichen Grunde, aus dem es uns für die Schreckreaktionen nicht möglich war, nämlich deshalb, weil neun Zehntel unserer Fälle dem Reaktionstyp IV angehören.

Es ist vom allgemein-pathopsychologischen Standpunkt aus interessant festzustellen, daß es Fälle von Schizophrenie gibt, die trotz starken *spontanen* Wechsels in der Intensität der Lichtreaktio-

Digitized by Google

nen durch Schmerzreize nicht nennenswert beeinflußbar sind. Diese Feststellung spricht gegen die *allgemeine* Verwendbarkeit der mit Schmerzerzeugung verbundenen Reizmittel für die Hervorrufung der Lichtstarre der Pupillen.

Abbildung 65 gibt ein Beispiel dafür, daß trotz starken Spontanwechsels in der Lichtreaktion die Beeinflußbarkeit durch Schmerzreize wenigstens zeitweilig gering sein kann. Die Verschiedenheiten zwischen den unbeeinflußten Lichtreaktionen I, II, III sind untereinander wesentlich größer als etwa die Verschiedenheiten zwischen den Reaktionen I und IV oder II und IV, das heißt zwischen unbeeinflußter und durch Schmerzreiz beeinflußter Lichtreaktion. Der Kranke befand sich zur Zeit der Untersuchung in einem Zustand läppischer Verblödung, in dem er stumpf auf der Abteilung umherstand, sich um seine Umgebung nicht kümmerte, sinnlos vor sich hinlachte und dabei unverständliche Worte in sich hineinmurmelte. Die Pupille war zur Zeit der experimentellen Untersuchung weit.

Daß es freilich nicht nur auf den äußeren Tatbestand, sondern sehr viel mehr noch auf den inneren Tatbestand ankommt, auf die Aufnahmebereitschaft für den gesetzten Reiz, beweist die Reaktion V der gleichen Abbildung. Es handelt sich hier um eine Reaktion, die am Tage vorher photo-

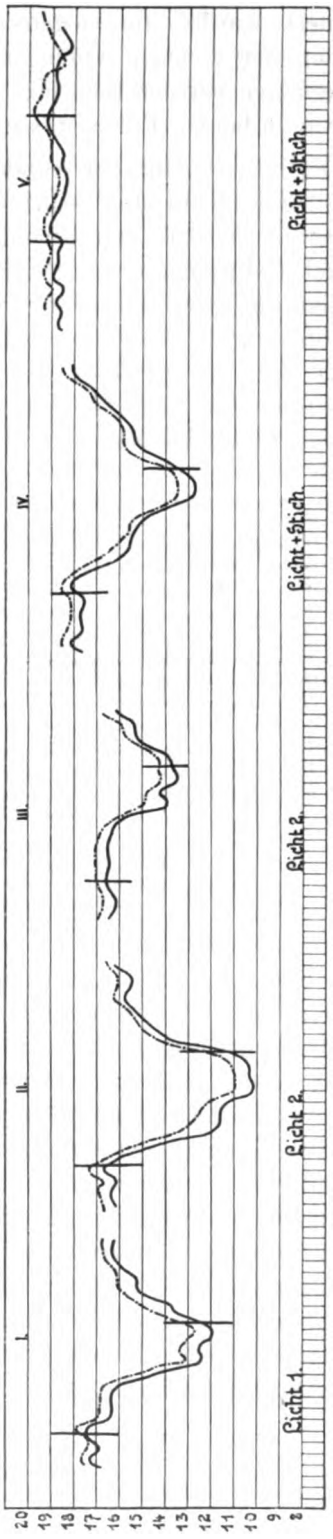


Abb. 65. **Schizophrenie; Zustandsbild der läppischen Verblödung.**
Starker Wechsel der unbeeinflußten Lichtreaktionen in L_1, L_2, L_3.
Starker Wechsel auch der durch Schmerzreize beeinflußten Reaktionen in IV und V.

Digitized by Google

graphiert wurde. Im Gegensatz zu Reaktion IV finden wir die Pupillen der gleichen Versuchsperson unter den gleichen äußeren Bedingungen bei der Reaktion. V lichtstarr. Das äußere Zustandsbild war in beiden Fällen das gleiche.

Die Experimente der Abbildung 65 weisen mit großer Eindringlichkeit darauf hin, daß es prinzipiell unmöglich ist, zwei psychische Tatbestände deshalb mit einander zu identifizieren, weil die äußeren Versuchsbedingungen die gleichen waren. *Die „Maske" der Schizophrenen, die Starre und Unbeweglichkeit und vielfach die Paradoxie ihres Ausdrucks macht es unmöglich, aus der Gleichheit des Ausdrucks auch auf die Gleichheit des zugrunde liegenden psychischen Tatbestandes zu schließen, wie wir das beim Gesunden bis zu einem gewissen Grade können.*

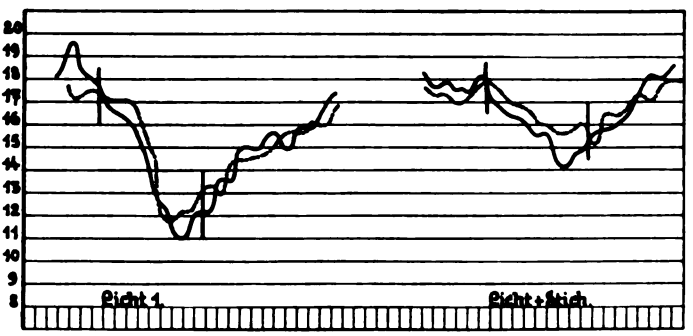


Abb. 66. **39jähriger Mann mit frischer Dementia paranoides.**
L_1: unbeeinflußte Lichtreaktion.
L + S: durch Schmerzreiz beeinflußte Lichtreaktion.

Ein Beispiel für erhebliche Herabminderung der Lichtreaktion durch Stich bei relativ geringer Spontanbeweglichkeit der Lichtreaktion bietet das Beispiel der Abbildung 66, einen 39jährigen Mann betreffend, der sich zur Zeit der experimentellen Untersuchung erst seit wenigen Tagen in der Anstalt befand, der aber seit einigen Monaten dadurch auffällig geworden war, daß er „tolle Redensarten" führte, zunehmend grüblerisch wurde, an Sinnestäuschungen litt und läppisch lächelnd zerfahrene Beeinflussungs- und Größenideen äußerte. Klinisch war bei ihm wiederholt das Symptom des „Spasmus mobilis" beobachtet worden.

Ein anderer Fall, in dem die Spontanreaktionen in außerordentlich geringem Umfange wechselten, bei dem aber durch leichten Schmerzreiz völlige Lichtstarre der Pupillen erzeugt werden konnte, ist in Abbildung 67 wiedergegeben. Die weiten Pupillen reagieren zu-

Digitized by Google

nächst (bei L_1) prompt, wenn auch nicht sehr ausgiebig. Sie repräsentieren den Typ IV. Die maximal weiten Pupillen erwiesen sich als vollkommen lichtstarr, als bei II gleichzeitig mit dem Lichtreiz ein Schmerzreiz gesetzt wurde (L+S).

So finden wir in unserem Material — und zwar in der oben näher angegebenen Häufigkeit — nebeneinander solche Schizophrene, deren Lichtreaktion der Pupillen auf Schmerzreiz „gar nicht abgeändert" werden, als auch — sehr viel häufiger — solche, deren Pupille durch Schmerzreize „lichtstarr" gemacht werden kann, während wir „mittlere" Grade der Beeinflußbarkeit relativ seltener finden. Die beim Gesunden fast regelmäßig zu beobachtende Tatsache, daß die konsensuelle Reaktion in demjenigen Teil besonders beeinträchtigt wird, der der Wiedererweiterung dient, konnten wir auch bei Schizophrenen beobachten, jedoch nur bei denjenigen Schizophrenen, deren (vgl. zum Beispiel Abbildung 66) Lichtreaktionen „mittelstark" durch den Schmerzreiz in Mitleidenschaft gezogen wurden.

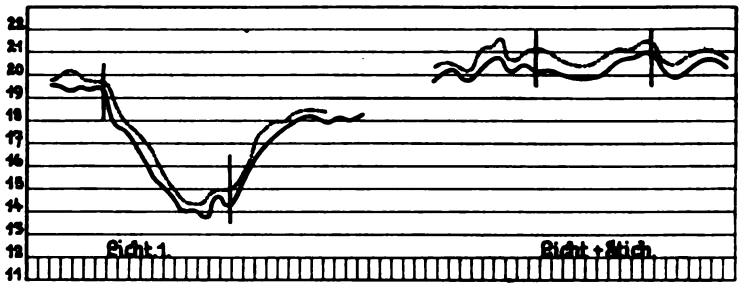


Abb. 67. **Schizophrener Mann mit geringem Wechsel in den unbeeinflußten Reaktionen.**
L_1: unbeeinflußte Lichtreaktion.
L + S: durch Schmerzreiz erzeugte Lichtstarre.

c) Die Wirkung von Furcht- und Angstsuggestionen.

Wir stellten in unseren Versuchen an gesunden Versuchspersonen fest, daß solche experimentell gesetzten Furchtsuggestionen, die eine bereits zum Stillstand gelangte Erweiterung der Pupillen herbeigeführt hatten, den Lichtreiz nicht hemmen, ihn vielmehr sowohl nach Reaktionsgeschwindigkeit als auch nach Ausgiebigkeit fördern. Nur in demjenigen Stadium, in dem die Furchtzustände selbst noch wachsen und demgemäß aktiv noch weitere Pupillenerweiterung erzeugen, vermögen sie mehr oder weniger starke Hemmungen der Lichtreaktionen beim Gesunden hervorzurufen. Dabei fanden wir, daß die stärksten Hemmungen der Lichtreaktionen des Gesunden sich bei den Reaktionstypen III und IV finden. Da fast alle Schizo-

Digitized by Google

phrenen dem Reaktionstyp IV angehören, werden wir von vorneherein erwarten können, daß bei ihnen wirksame Furchtsuggestionen auch in stärkerem Grade wirksame Hemmungen des Lichtreflexes erzeugen.

In Wirklichkeit fanden wir unter unserem Material starke Hemmungen des Lichtreflexes durch Furchtsuggestionen nicht so häufig wie wir erwartet hatten. Das konnte seine Ursachen darin haben, daß entweder die von uns gesetzte Furchtsuggestion von dem Kranken nicht angenommen wurde, oder darin, daß die angenommene Furchtsuggestion nicht immer die erwartete Wirkung auf das Pupillenspiel hatte. Um die Frage zu entscheiden, welche von diesen beiden Möglichkeiten im besonderen Falle zutrifft, bedienten wir uns der von *O. Löwenstein* angegebenen psychophysischen Methode mit Registrierung der Ausdrucksbewegung in Puls, Atmung, Kopf und Extremitäten. Wir fanden, daß in allen denjenigen Fällen, in denen diese unbewußten Ausdrucksbewegungen das uns aus anderen Untersuchungen bekannte Zustandsbild der Furcht anzeigten, sich dieses Zustandsbild auch in der Lichtreaktion der Pupillen ausdrückte, und zwar in der besonderen Form der *vollständigen oder nahezu vollständigen Lichtstarre der Pupillen.* In denjenigen Fällen aber, in

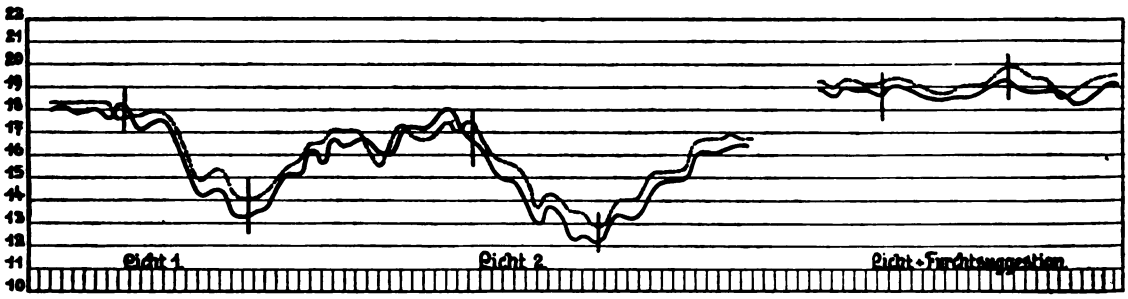


Abb. 68. 27jähriger, an Schizophrenie leidender Mann.
L_1: Lichtreaktion.
L_2: Lichtreaktion, an Ausgiebigkeit zunehmend.
L + F: Lichtreiz und Furchtsuggestion erzeugen Lichtstarre der maximal weiten Pupille.

denen die Furchtsuggestion ohne Einfluß auf die Lichtreaktion der Pupillen blieb, blieb sie auch ohne Einfluß auf die übrige Motorik; ein Zeichen dafür, daß die Suggestion in diesen Fällen nicht angenommen war.

Die Abbildung 68 zeigt unter I und II zwei aufeinander folgende unbeeinflußte Lichtreaktionen; wir sehen, daß die zweite Lichtreaktion ausgiebiger ist als die erste, ein Beweis dafür, daß psychische Momente die erste Reaktion blockiert haben; als dann nach einer

Digitized by Google

Pause der Kranke unter die Wirkung einer Furchtsuggestion gesetzt wurde, entstand die unter III abgebildete Reaktion, die praktisch als völlige Lichtstarre aufzufassen ist. Der Untersuchte befand sich am Tage der Untersuchung in einem Zustand läppischer Ablehnung; die unter dem Einfluß der Furchtsuggestion starre Pupille war maximal weit.

Abbildung 69 stellt das gleiche Phänomen an einer engen Pupille dar. Wir sehen unter I und II zwei unbeeinflußte Lichtreaktionen, die geringes Ausmaß zeigen, aber in der Form stark wechseln. Als der Untersuchte unter den Einfluß einer Furchtsuggestion gesetzt wurde, wurden die Pupillen etwas weiter, blieben aber nunmehr auf Lichteinfall starr (Abbildung 69 III). Klinisch handelt es sich um einen alten Fall von Schizophrenie, der zur Zeit der Untersuchung vollkommen stumpf und uneinfühlbar war.

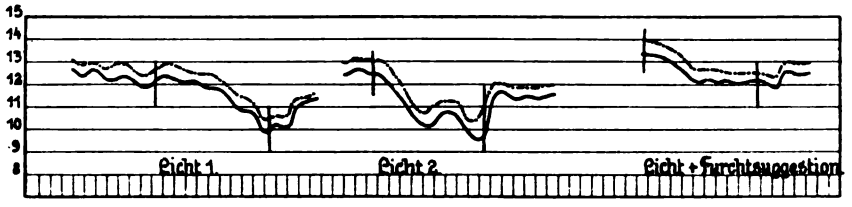


Abb. 69. **Wirkung der Furchtsuggestion auf die Lichtreaktion der engen Pupille bei Schizophrenie.**

L_2 / L_1 enge Pupille, unausgiebige, in der Form stark wechselnde Lichtreaktion.
L + F: Lichtstarre bei Furchtsuggestion.

Man sieht aus den Abbildungen 68 und 69, daß die *Möglichkeit, Lichtstarre durch Furchtsuggestionen zu erzeugen, einmal unabhängig ist von der jeweiligen Weite der Pupille, das heißt sowohl an maximal weiten als auch an mittelweiten und engen Pupillen gegeben ist. Die Möglichkeit, durch Furchtsuggestion Pupillenstarre zu erzeugen, findet sich sowohl bei solchen Schizophrenen, die das Phänomen des Spasmus mobilis spontan darbieten als auch bei solchen Fällen, die dieses Phänomen klinisch nicht zeigen.*

4. Über Psychoreflexe und Pupillenunruhe.

Pupillenunruhe und Psychoreflexe bei der Schizophrenie sind Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen, seitdem behauptet worden ist, daß sie bei der Dementia praecox und bei anderen zur Verblödung führenden geistigen Erkrankungen in 60 oder mehr Prozent der Fälle fehlen sollen. Dabei ging man von der Anschauung aus, daß die Pupillenunruhe ihrem Wesen nach das gleiche sei wie die Psychoreflexe, das heißt die Erweiterungen darstelle, mit der die

Digitized by Google

Pupille alle psychischen Vorgänge begleite. Wir haben oben bereits festgestellt — indem wir auf *O. Löwensteins* frühere Untersuchungen Bezug nahmen und diese Untersuchungen durch weiteres Material ergänzten — daß die Meinung, Pupillenunruhe und Psychoreflexe seien ihrem Wesen nach identisch, nicht haltbar ist. Diese Feststellung legen wir unsern weiteren Erörterungen zugrunde.

Es wird allgemein angenommen *(Bumke* u. a.), daß Pupillenunruhe und Psychoreflexe bei der Schizophrenie in gleicher Weise fehlen, oder daß ihr Fehlen doch in einem hohen Prozentsatz beobachtet werde. Dem gegenüber stellen wir von vornherein fest, daß Pupillenunruhe und Psychoreflexe bezüglich ihres Vorkommens beziehungsweise ihres Fehlens bei der Schizophrenie im Hinblick auf das jetzt feststehende Wesen beider Erscheinungen unabhängig voneinander betrachtet werden müssen.

Was zunächst Vorkommen und Erscheinungsformen der Pupillenunruhe angeht, so haben wir zurückzugreifen auf das, was wir über die Erscheinungsformen der Pupillenunruhe und ihre Verbundenheit mit den verschiedenen Typen der Lichtreaktion fanden; wir stellten fest, daß der *Typ* der Pupillenunruhe und der Typ der Lichtreaktion in Korrelationen zueinander stehen; jeder Mensch hat eine ihm eigentümliche Form der Pupillenunruhe, die im großen und ganzen auch unter wechselnden Bedingungen konstant bleibt, die aber in ihren Erscheinungsformen in nahen Beziehungen steht zu dem Lichtreaktionstyp, den der einzelne repräsentiert. Wir finden lebhafte und ausgiebige Pupillenunruhe am häufigsten beim Lichtreaktionstyp I; die Pupillenunruhe wird träger und unausgiebiger bei Typ II und III und am trägsten und unausgiebigsten beim Typ IV. Dem entspricht im großen und ganzen das Verhalten des Hippus, der beim Lichtreaktionstyp I am ausgiebigsten ist und am häufigsten vorkommt, beim Typ IV hingegen wesentlich seltener vorkommt.

Da die Schizophrenen in überwiegender Anzahl dem Lichtreaktionstyp IV angehören, werden wir von vorneherein erwarten müssen, ein Maximum an Ungleichförmigkeit, Trägheit und Unausgiebigkeit der Pupillenunruhe bei ihnen anzutreffen; ein Vorkommen von Hippus werden wir nur relativ selten erwarten.

Diese Erwartungen finden wir erfüllt, wenn wir unser Schizophrenenmaterial daraufhin durchsehen.

Wir beginnen mit der Betrachtung der Psychoreflexe.

Wir haben unter unserem großen Material nicht einen einzigen Fall vorgefunden, in dem die Psychoreflexe nicht vorhanden gewesen wären.

Digitized by Google

Man hat das Fehlen der Psychoreflexe besonders von solchen Fällen behauptet, die extrem stumpf und teilnahmslos sind. In Abbildung 70 sind unter A die Psychoreflexe eines solchen Kranken abgebildet, der zur Zeit der Untersuchung außerordentlich stumpf war, keinerlei Spontaneität zeigte, zum Essen und zur Arbeit angehalten werden mußte. Dieses Stadium, in dem der Kranke sich zur Zeit der Untersuchung befand, hatte sich im Laufe von etwa zwei Jahren aus einem anderen Stadium entwickelt, in dem der Kranke von lebhaften Sinnestäuschungen erfüllt war; er wirkte auch in diesem Stadium schon völlig uneinfühlbar, verschlossen und affektleer; er selbst betonte an seiner Stimmungslage die Ambivalenz, indem er erklärte, seine Stimmung sei „mittelmäßig", „mehr traurig", „ein bißchen wohl fröhlich". Wir sehen in Abbildung 70 A unter I, II, III die Psychoreflexe, mit denen dieser Kranke an seiner unbelichteten Pupille auf Erschrekken (I), auf eine Schmerzempfindung (II) und auf einen durch Suggestion erzeugten Furchtzustand (III) reagierte. Wir sehen quantitativ verschieden starke und in der Form differente Erweiterungen, am stärksten auf Schmerzempfindung, weniger stark auf Schreckreiz und noch weniger auf Furchtsuggestion. Dabei fällt auf, daß die Erweiterung der Pupille auf Schmerzreiz nicht nur besonders ausgiebig, sondern auch besonders prompt sich vollzieht. Das elektive Verhalten, das in den Verschiedenheiten der

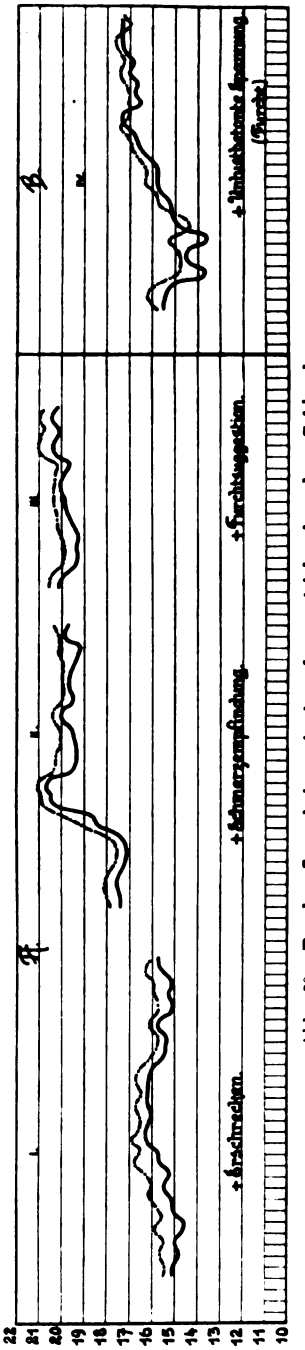


Abb. 70. Psychoreflexe bei zwei stumpfen, antriebsschwachen Schizophrenen.
A. I. Erschrecken, durch experimentelle Reize erzeugt.
II. Schmerz.
III. Furchtzustand, suggestiv erzeugt.
B. IV. Furcht, als Spontanreaktion auf die Gesamtsituation.

Digitized by Google

Reaktion gegenüber den verschiedenen Reizen zum Ausdruck kommt, entspricht durchaus dem, was wir bei gesunden Menschen gesehen haben. Während die Affektzustände, die den Reflexen der Abb. 70 A zugrunde liegen, alle experimentell, das heißt durch entsprechende ad hoc gesetzte Reize und Suggestionen erzeugt wurden, sehen wir in Abb. 70 B einen Psychoreflex, der als Ausdruck eines spontan — unter dem Einfluß der nicht willkürlich herbeigeführten Gesamtsituation — aufgetretenen Zustandes der Furcht oder doch zum mindesten der unlustbetonten Spannung anzusehen ist; wir sehen eine starke Erweiterung beider Pupillen auftreten, wie sie den stark entwickelten Furchtzuständen entsprechen, die wir früher beim Gesunden gesehen haben. Dabei handelt es sich in diesem Falle um einen extrem stumpfen Kranken, der scheinbar keinerlei Anteil an seiner Umgebung nahm, stumpf im Saale umherstand, spontan nichts sprach, völlig affektleer schien und — als einzige psychische Äußerung — höchstens hier und da einmal läppisch vor sich hinlachte und unverständliche Worte in sich hineinmurmelte. Demgegenüber zeigt die starke Reaktion in Abbildung 70 B, daß trotzdem eine starke — zum mindesten „innere" — affektive Ansprechbarkeit erhalten war.

Diese und ähnliche Experimente zeigen uns, daß die *Psychoreflexe bei Schizophrenen keineswegs herabgesetzt oder gar aufgehoben sind, daß sie sowohl spontan, das heißt als Antwort auf die Gesamtsituation als auch experimentell, das heißt als Antwort auf einen gesetzten psychischen Reiz oder eine gesetzte Suggestion beobachtet werden können; sie sind weder quantitativ herabgesetzt, noch haben sie ihr elektives Verhalten verloren, das heißt sie zeigen in sich das gleiche Maß von Differenziertheit, das wir an ihnen beim gesunden Menschen beobachten konnten.* Was sie unterscheidet, sind Eigentümlichkeiten quantitativer Art, die sich aus ihrer ausschließlichen oder fast ausschließlichen Zugehörigkeit zum IV. Lichtreaktionstyp erklären. Wenn wir sie in ihrer Gesamtheit betrachten und mit dem vergleichen, was wir an Erscheinungsformen beim gesunden Menschen beobachten, so finden wir, *daß sie sich zwar innerhalb der Variationsbreite des Normalen bewegen, aber innerhalb dieser Variationsbreite eine extreme Variante darstellen, diejenige Variante nämlich, die wir beim Gesunden mit dem Lichtreaktionstyp IV verbunden fanden.*

Das trifft in noch viel höherem Maße für die *Pupillenunruhe* zu, von der wir auch schon oben fanden, daß sie nach Form und Ausgiebigkeit mit den Lichtreaktionstypen verbunden sei.

Digitized by Google

Wir stellen fest, daß unter unserem großen Material nicht ein einziger Fall zu finden war, in dem die Pupillenunruhe gefehlt hätte; wohl fanden wir Fälle, in denen sie außerordentlich gering ausgeprägt war und wohl auch einmal für Sekunden fast aussetzte; aber auch in diesen Fällen kam es durchaus vor, daß zu anderen Zeiten die Pupillenunruhe bei dem gleichen Fall einen mittleren Grad der Ausprägung erreichte. In Abb. 71 ist die Pupillenunruhe von 9 Fällen wiedergegeben und zwar sowohl bei mittelweiter Pupille als auch bei weiter und enger Pupille. Wir sehen in den Fällen A, B, C, D, E, F, G, H und J die Pupillenunruhe stellenweise minimal ausgeprägt, sehen aber zugleich, daß an die Stelle der minimalen Pupillenunruhe — oft nur durch Minuten oder gar nur Sekunden getrennt — eine mittelstark oder sogar stark ausgeprägte Pupillenunruhe treten kann; B zeigt in der ersten Zeile eine minimal ausgeprägte Pupillenunruhe, in der zweiten Zeile eine zwar träge ablaufende, aber sehr ausgiebige Pupillenunruhe, die in der dritten Zeile auch prompter wird. Noch stärker ist der Gegensatz in der ersten und zweiten Zeile, die unter C abgebildet ist oder zwischen den beiden Zeilen unter D, oder zwischen der ersten und zweiten Zeile unter E.

In allen diesen Fällen würde man zu einer unrichtigen Beurteilung des Maßes der Pupillenunruhe gelangen, wenn man sie nur zu einem einzigen Zeitpunkt ansehen würde; schon im nächsten Augenblick kann das Bild völlig verändert sein. Am häufigsten finden wir bei ein und derselben Versuchsperson dasjenige Maß von Wechsel, das unter B oder C abgebildet ist.

Während wir in der Abbildung 70 unter dem Einfluß psychischer Reize stets gleichsinnige Erweiterungen für beide Pupillen beobachten konnten, sehen wir in Abb. 71, daß zwar auch die Pupillenunruhe vielfach und über längere Strecken hinüber für beide Augen parallel verläuft, daß aber weder Verlaufsform noch Ausgiebigkeit der Pupillenunruhe für beide Augen identisch ist. Daraus folgt erneut — was wir schon oben feststellten — daß die Pupillenunruhe einer jeden Iris nicht von psychischen Momenten abhängt, sondern autochthonen Tonusschwankungen ihre Entstehung verdankt, und daß die Gesetzmäßigkeiten, nach denen diese Tonusschwankungen ablaufen, nicht für beide Augen die gleichen sind.

Wenn wir das Gesamtmaterial überblicken, das uns zur Frage der Pupillenunruhe bei der Schizophrenie zur Verfügung steht, so gelangen wir zu dem Ergebnis, *daß ein Fehlen der Pupillenunruhe bei*

Digitized by Google

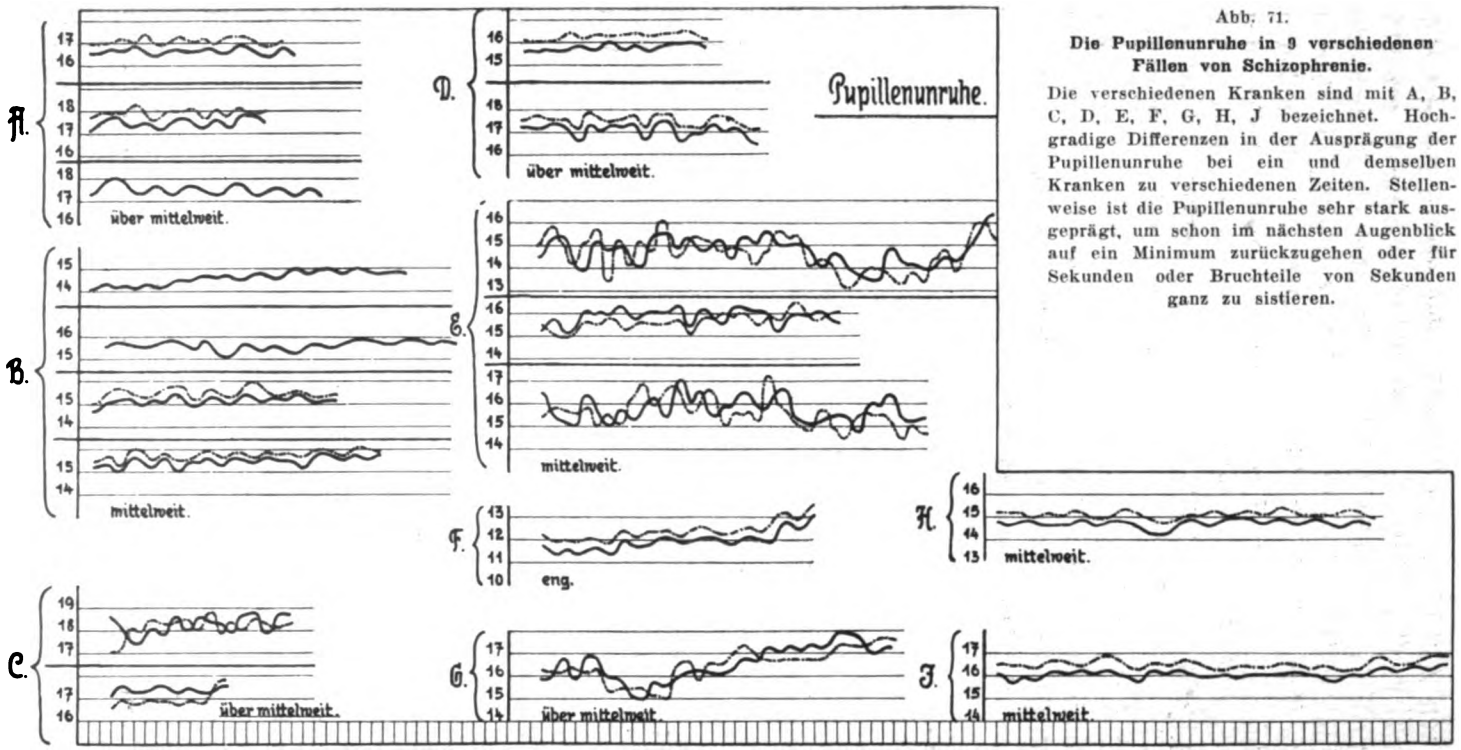


Abb. 71.

Die Pupillenunruhe in 9 verschiedenen Fällen von Schizophrenie.

Die verschiedenen Kranken sind mit A, B, C, D, E, F, G, H, J bezeichnet. Hochgradige Differenzen in der Ausprägung der Pupillenunruhe bei ein und demselben Kranken zu verschiedenen Zeiten. Stellenweise ist die Pupillenunruhe sehr stark ausgeprägt, um schon im nächsten Augenblick auf ein Minimum zurückzugehen oder für Sekunden oder Bruchteile von Sekunden ganz zu sistieren.

Digitized by Google

der Schizophrenie nicht vorkommt[1]*), daß aber ein großer Wechsel hinsichtlich des Grades, das heißt der Ausgiebigkeit und der Geschwindigkeit der Pupillenunruhe für die Schizophrenie eigentümlich ist; dieser Wechsel geht weit über das hinaus, was wir an Schwankungen beim Gesunden beobachten; oft finden wir innerhalb weniger Sekunden bei ein und demselben Kranken neben einander extrem prompte und extrem langsame, extrem flache und extrem ausgiebige Schwankungen des Irissaumes. Diese Schwankungen sind unabhängig von psychischen Momenten; sie sind ausschließlich bedingt durch autochthone Tonusschwankungen.*

Bei dieser Sachlage müssen wir davon absehen, in der Pupillenunruhe ein Symptom zu erblicken, dem irgendwelche differentialdiagnostische Bedeutung zukommt.

5. Über das Vorkommen neurotonischer Lichtreaktionen bei der Schizophrenie.

Neurotonische Lichtreaktionen, das heißt solche Reaktionen, die ausgezeichnet sind durch eine prompte Verengerung auf Lichteinfall, bei der aber die Wiedererweiterung sich auffallend träge vollzieht, — derart, daß diese Trägheit weit über das hinausgeht, was wir normalerweise beim Lichtreaktionstypus II beobachten — sind bei der Schizophrenie außerordentlich selten. Wir sind in der Lage, über einen solchen Fall zu berichten. Er betraf einen Mann, der zur Zeit der Untersuchung 28 Jahre alt war, und bei dem sich im Anschluß an ein hypochondrisches Vorstadium, das durch Schlaflosigkeit, gesteigerte Erregbarkeit und zahlreiche hypochondrische Beschwerden gekennzeichnet war, Vergiftungsideen, Geruchstäuschungen und akustische Sinnestäuschungen entwickelten. Wir sehen eine mittelweite Pupille, die träge und unausgiebige Pupillenunruhe zeigt, und die an

[1]) Wir konnten also die in der einschlägigen Literatur niedergelegten Angaben, nach denen Fehlen der Pupillenunruhe bei bestimmten Formen der Schizophrenie ein häufiges Vorkommnis ist, nicht bestätigen. Dieser Gegensatz erklärt sich einmal daraus, daß wir unsere Beobachtungen bei wesentlich stärkeren Vergrößerungen anstellen konnten als die früheren Beobachter, sodann aber auch daraus, daß unsere Beobachtungen unter den verschiedensten Versuchsbedingungen angestellt wurden und sich stets über längere Zeiträume erstreckten. Vergleiche hierzu sowie zur Frage nach der Natur der Pupillenunruhe und ihrer Beziehungen zu den Psychoreflexen auch die ausführlichen experimentellen Untersuchungen *O. Löwensteins* in Monatsschrift f. Psychiatrie und Neurologie Bd. 46, 1927.

Digitized by Google

und für sich dem Lichtreaktionstyp IV angehört, jedoch mit der Maßgabe, daß das Stadium der Erweiterung außerordentlich verlängert ist. Durch psychische Reize ist weder das Kontraktionsstadium noch das Stadium der Wiedererweiterung nennenswert zu beeinflussen, wie überhaupt gerade diesen Fall eine Konstanz in allen Einzelheiten seiner Lichtreaktion auszeichnet, wie wir sie selten beobachten. In der obersten Zeile der Abb. 72 sehen wir den unbeeinflußten Ablauf der Lichtreaktion; in den folgenden Zeilen ist der Versuch gemacht worden, diesen Ablauf durch Schmerzreize (Zeile II), durch Furchtsuggestionen (Zeile III) und durch starke willkürliche Anspannung der Muskulatur, wie wir sie durch intensiven Händedruck erreichen (Zeile IV), zu beeinflussen. Besonders die in Zeile II dargestellte Reaktion zeigt nahe Beziehungen zu den weiter unten von *O. Löwenstein* als tonohaptisch bezeichneten Reaktionsformen, das ist eine Reaktionsform, wie wir sie bei den extrapyramidalen Erkrankungen besonders häufig beobachten konnten (vgl. S. 153ff.).

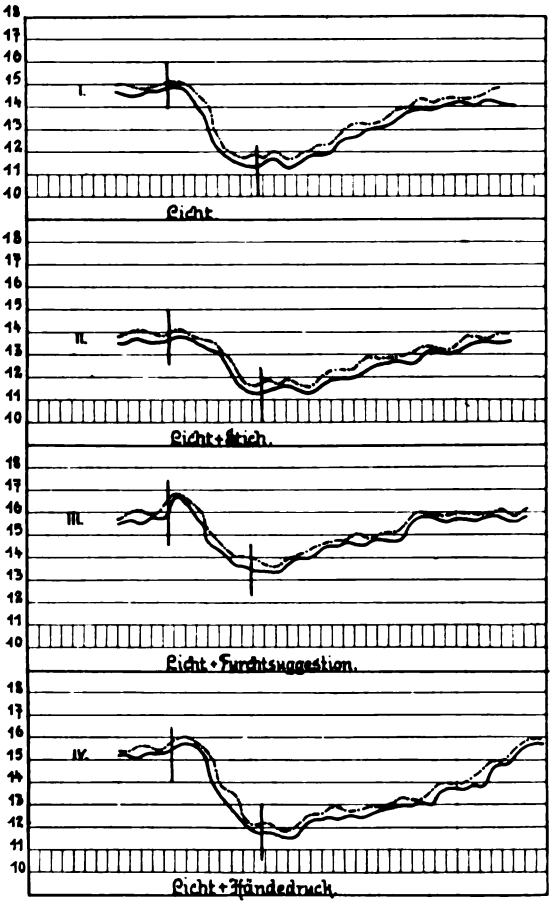


Abb. 72.
Neurotonische Reaktionen bei 28jährigem, an Schizophrenie leidenden Manne.
Der Ablauf der Lichtreaktion (Zeile I) wird durch Schmerzreize (Zeile II), durch Furchtsuggestionen (Zeile III) und durch intensive Anspannung der willkürlichen Muskulatur auf starken Händedruck (Zeile IV) nicht nennenswert beeinflußt.

Digitized by Google

6. Anhang.

Korrelationen, Kasuistik.

Der Begriff der Schizophrenie umfaßt in der Form, in der wir ihn gegenwärtig anwenden, einen sehr großen Teil aller Psychosen; und jeder, der ihn anwendet, ist im Grunde davon überzeugt, daß die wissenschaftliche Entwicklung der Zukunft ihn nicht unberührt lassen wird. Zwar ist ein einzelnes Symptom wie das Verhalten der Pupillen kaum geeignet, einen Einteilungsgrund abzugeben, so wenig wir im allgemeinen berechtigt sind, auf Grund eines einzelnen Symptomes eine Diagnose zu stellen. Trotzdem ist es vielleicht nicht uninteressant, das uns zur Zeit vorliegende Pupillenmaterial — in diesem Zusammenhang natürlich nur soweit es die Schizophrenie betrifft — daraufhin zu betrachten, ob es nicht möglich ist, auf Grund der Pupillenreaktionen eine natürliche Gruppenbildung zu versuchen, und die so entstehenden Gruppen in Beziehung zu setzen zum klinischen Befund.

Dieser Versuch wird von vorneherein eingeengt durch die Tatsache, daß unter den vier Lichtreaktionsformen, die wir beim Gesunden abgrenzen konnten, die Schizophrenie — selbst in der weiten Ausdehnung, in der wir diesen Begriff bisher anwandten — fast ausschließlich der Lichtreaktionsform IV angehört. Aber wir konnten auch schon hervorheben — an Hand der abgebildeten Kurven kann man sich leicht davon überzeugen — daß die Reaktionsformen bei der Schizophrenie mit dem bei Gesunden anzutreffenden Reaktionstyp IV durchaus nicht immer und ohne weiteres identifiziert werden dürfen; das Maß, in dem wir den Reaktionstyp IV ausgeprägt finden, geht oft weit über das hinaus, was wir beim Gesunden beobachten, und vielfach sind es nur die extremen Varianten der Gesunden, die sich noch zum Teil mit dem Reaktionstyp der Schizophrenen decken. Daneben aber — so betonten wir schon — kommen in seltenen Fällen auch Repräsentanten der drei anderen Lichtreaktionstypen bei der Schizophrenie vor. Mit ihrer Darstellung wollen wir beginnen.

1. Die Lichtreaktionstypen I bis III im Schizophrenen-Material.

Die ideale Ausprägung dieser Lichtreaktionstypen treffen wir im allgemeinen nur bei Gesunden an. Wo wir die Typen bei Schizophrenen finden, zeigen sie — wenn man von Ausnahmen absieht — den Lichtreaktionstyp I nie so vollständig, wie wir ihn bei Gesunden antreffen.

Digitized by Google

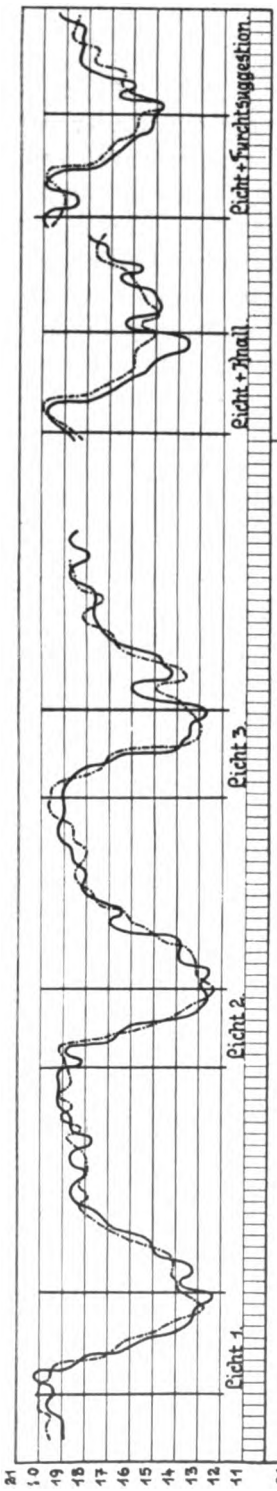


Abb. 73. **Verhalten der Pupillen bei 19jährigem schizophrenen Mann.**
Zustandsbild: Sinnestäuschungen, Verfolgungs-, hypochondrische und religiöse Wahnvorstellungen.
Krankheitsdauer: 3/4 Jahre; erster schizophrener Schub eines jugendlichen Individuums.

L₁, L₂, L₃: Prompte und ausgiebige Lichtreaktionen, Typ II. Lange Latenszeiten; Neigung zu zunehmender Verlängerung der Wiedererweiterungszeiten; Zunahme der Remissionen in der Wiedererweiterungsphase.

L + K: Verlängerung der Latenszeit, Herabminderung der Ausgiebigkeit, stärkste Beeinflussung der Wiedererweiterung durch experimentell bewirktes Erschrecken.

L + F: Furchtsustand bewirkt noch stärkere Verlängerung der Latenszeit als bei L + K, weitere Herabminderung der Ausgiebigkeit, jedoch weniger starke Verzögerung der Wiedererweiterung.

L + S: Aufhebung der Lichtreaktion.

Pupillenunruhe: gut ausgeprägt mit vielfach unterbrochener Symmetrie.

Erster Fall: Mann, der zur Zeit der Untersuchung 19 Jahre alt war, und der sich erst seit kurzer Zeit in der Anstalt befand. Nach einem hypochondrischen Vorstadium, das etwa ein halbes Jahr dauerte, in dem er über Stiche im Kopf klagte und mit den Augen zwinkerte, erkrankte er an Gehörstäuschungen, bei denen er eine „helle Stimme" hörte, die ihm etwas über seine Eltern zurief, Er beschuldigte seine Eltern, daß sie an seinem Leiden schuld seien, grimmassierte. Bei der Aufnahme in die Anstalt war er freundlich und orientiert, erzählte in etwas gereiztem Tone, er habe die Stimme seiner Tante gehört, die ihm geraten habe, sich an der Mutter zu rächen. Die Mutter habe ihn schlecht behandelt, auch die übrigen Verwandten hätten ihn so „komisch angesehen". Sein Onkel sei „hinter ihm her" und schimpfe über ihn, so daß er keine Stelle bekommen

Digitized by Google

könne. Er denke viel über die Religion nach, habe vorgehabt, durch Flugzettelverteilung für die Religion zu wirken. Er schimpfte über seinen Aufenthalt in der Anstalt, hatte an allem etwas auszusetzen, war in seinem Wesen selbstgefällig, klagte gelegentlich, daß er an Schwindelanfällen leide; wenn er im Freien sei, gehe ihm alles „rund im Kopf", dabei sehe er kleine Sterne. In seinem Verhalten war er läppisch, aber gereizt und ungehalten, sobald ihm ein Wunsch nicht erfüllt wurde. Der Zustand klang plötzlich ab. Nach einem Anstaltsaufenthalt von 5 Monaten, von denen er die letzten 3 Monate geordnet und unauffällig war, wurde er gebessert aus der Anstalt entlassen. Bis zur Gegenwart (Juli 1932) ist er nicht wieder in die Anstalt eingeliefert worden.

Die Lichtreaktion der Pupille, von denen in der Abbildung 73 drei aufeinander folgende abgebildet sind, gehören zum Typus II. Die Merkmale, die die Zugehörigkeit zu Typus II begründen, das heißt also die Verlangsamung der Wiedererweiterung, bilden sich mit Zunahme der Reaktionen besser heraus und werden besonders deutlich, als gleichzeitig mit dem Lichtreiz Schreckreize oder Furchtsuggestionen gesetzt werden. Die Lichtreaktionen sind auffallend dadurch, daß die Wiedererweiterung vom zweiten Lichtreiz an stark schubweise erfolgt. Es zeigt sich, daß die — nicht abgebildete — Schmerzreaktion (Stich) die Lichtreaktion aufhebt, während die Beeinflussung durch Schreckreize geringer ist als die durch Furchtsuggestionen. Die Pupillenunruhe erweist sich als sehr lebhaft, erscheint vielfach auf der einen Seite stärker ausgeprägt als auf der anderen.

Der Fall ist dadurch gekennzeichnet, daß es sich um den ersten schizophrenen Schub eines jugendlichen Individuums handelt, der nach kurzer Zeit abgeklungen war, mit Sinnestäuschungen einherging, dessen Wahnvorstellungen aber nicht voll ausgebildet waren; der Schub verlief insofern atypisch, als am Beginn der Erkrankung zwei „Anfälle" standen, von denen eine genaue Beschreibung nicht vorliegt.

Zweiter Fall (vgl. Abb. 74): 21jähriges Mädchen, deren Mutter seit vielen Jahren an Schizophrenie leidet. Die Kranke wurde in die Anstalt eingeliefert, da sie „geistig minderwertig" und völlig verwahrlost sei, sich umhertreibe und in sexueller Hinsicht total verkommen sei. In der Anstalt war sie schüchtern und scheu, sperrte sich gegen die Umgebung ab. Sie bekam zeitweise ohne erkennbare Ursache Erregungszustände, in denen sie Scheiben einschlug, zu anderen Zeiten Verstimmungen, in denen sie Insuffizienzgefühle äußerte. Zeitweise lebhafte Sinnestäuschungen (Stimmenhören).

Digitized by Google

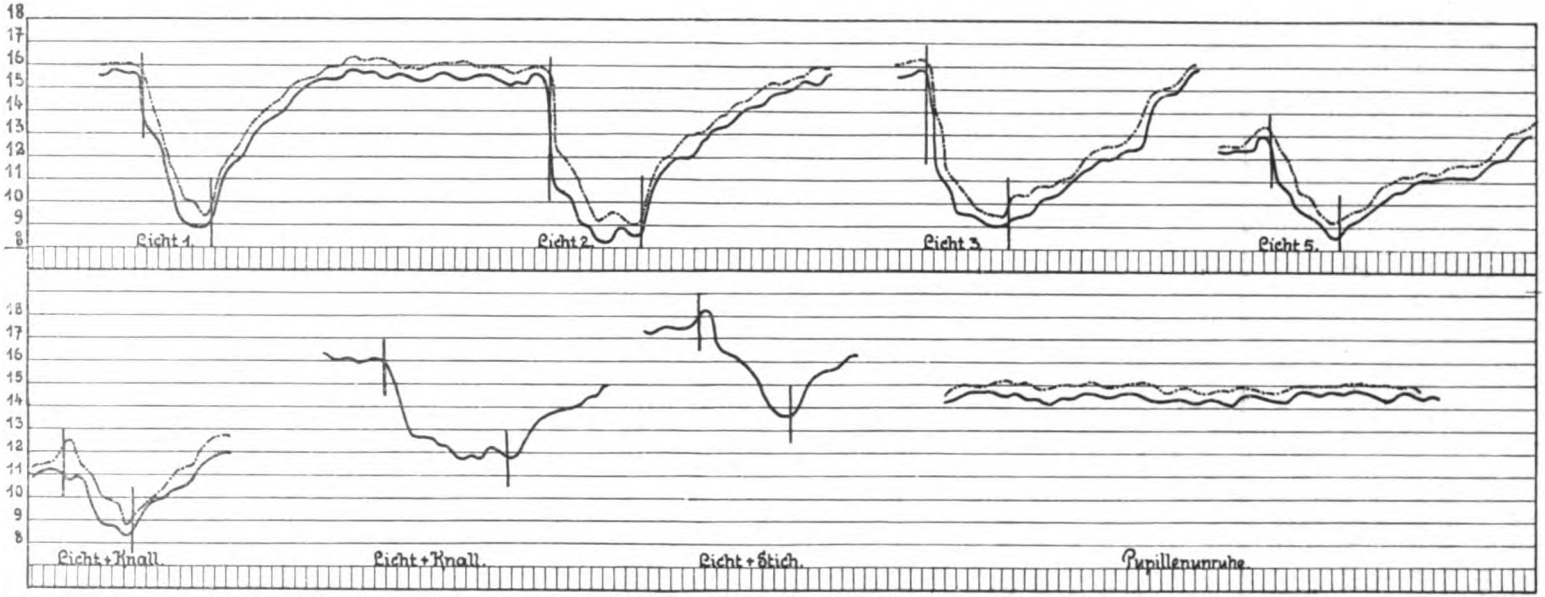


Abb. 74. **21jähriges schizophrenes Mädchen;** autistisch, Erregungszustände, Sinnestäuschungen.
Lichtreaktionstyp II, der aber durch Häufung der Lichtreize oder durch Komplikation der Lichtreize mit psychischen Reizen in den Typ IV übergeführt werden kann.

Digitized by Google

Der Fall ist dadurch ausgezeichnet, daß er an und für sich dem Typus II angehört, daß er aber bei Erschöpfung, insbesondere durch Häufung der Lichtreaktionen sehr bald in den Typ IV übergeht, insofern Verengerung und Wiedererweiterung langsamer, die ganze Lichtreaktion flacher wird. Dasselbe erreicht man auch dadurch, daß man die Kranke unter Schreckreize setzt (Abb. 74). Wenn man statt der von uns regelmäßig angewendeten mittelstarken Lichtreize schwächere Lichtreize setzt, erhält man Lichtreaktionen, die von vorneherein dem Typus IV zugehören.

Dritter Fall: Gehört ebenfalls zum Typ II, aber mit der Maßgabe, daß auch bei ihm schon ganz geringe Belastungen, zum Beispiel mehrfache kurz hintereinander durchgeführte Belichtungen oder Schmerzreize den Typ IV erzeugen: es handelt sich um einen 28jährigen Mann, der plötzlich in seinem Beruf versagte, nachdem sich dieses Versagen durch häufigen Berufswechsel — er war zuerst Medizin-

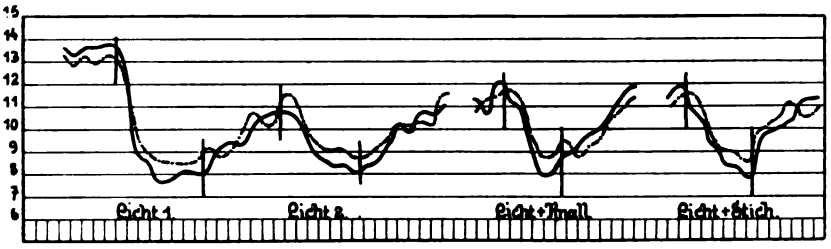


Abb. 75. **28jähriger schizophrener Mann**; langsam entwickelter Persönlichkeitsabbau.
L_1: Lichtreaktion Typ II, der sich in Typ IV verwandelte, als L_2 kurz nach L_1 folgte.
L + K: Typ II.
L + S: Typ IV.

student, wurde dann Landwirt und schließlich Elektromonteur — angekündigt hatte. Er klagte über „Gedankenhemmung", wurde vergeßlich, konnte keinen Auftrag mehr ausführen, fühlte sich bei jedem Handeln unsicher, gehemmt, handelte schließlich nur noch so, „daß kein Schaden entstand", vernachlässigte sich körperlich, bis eines Tages Erregungszustände auftraten; er verblödete zusehends, wurde völlig interesselos, fühlte sich beeinträchtigt und beeinflußt. Erregungszustände, Beeinflussungs- und Beeinträchtigungsideen dauerten aber nur ganz kurze Zeit an; seitdem machte der Kranke den Eindruck eines uninteressierten, in seiner Motorik auffallend langsamen und müden Menschen, der zu jeder Arbeit ein Vielfaches dessen an Zeit brauchte, was ein gesunder Mensch notwendig hat. In irgendeinem Beruf kann er sich nicht halten. Es handelt sich also um das Bild des langsamen Persönlichkeitsabbaues mit starker Be-

Digitized by Google

einträchtigung der Motorik, das in seinem Gesamtverhalten dem eines organischen Abbauvorganges entspricht, ohne daß neurologische Symptome jemals nachweisbar gewesen wären. Es handelt sich um einen Lichtreaktionstyp II, der jedoch schon an der unbelasteten Reaktion die Tendenz zum Typ IV hin zeigt. Der Typ IV tritt aber sofort deutlich hervor, als wir in Abbildung 75 dem ersten Lichtreiz einen zweiten Lichtreiz folgen ließen, oder mit dem Lichtreiz einen Schmerzreiz verbanden; er trat jedoch nicht hervor, wenn wir mit dem Lichtreiz einen Schreckreiz kombinierten.

Vierter Fall: der nicht eindeutig zum Typ IV gehört, sondern zum Typ II, und der erst bei Belastung in den Typ IV übergeht, ist bereits in Abbildung 58 dargestellt. Der Kranke war zur Zeit der Untersuchung 21 Jahre alt und seit etwa 2 Jahren erkrankt. Er soll von jeher absonderlich gewesen sein, sonderte sich schon als Kind von Mitschülern ab, konnte den Anschluß an andere Kinder nicht finden; war zwar intellektuell gut begabt, aber nicht fleißig. Nachdem er die Schule verlassen hatte, weigerte er sich, noch etwas zu lernen, las den ganzen Tag, erklärte, er wolle Dichter werden. Er verfaßte zahlreiche Gedichte, die in Zeitschriften und Zeitungen abgedruckt wurden. Er galt als Sonderling, man ließ ihn aber gewähren, bis er eines Tages erklärte, er wolle einen Bücherhandel anfangen, dabei kleine Unterschlagungen beging. In der Folgezeit wurde er häufig wegen Bettelns, Landstreichens und Münzvergehens bestraft, gab vor Gericht stets an, von Beruf „Schriftsteller und Dichter“ zu sein. Als er zur Verbüßung einer korrektionellen Nachhaft in eine Arbeitsanstalt eingeliefert wurde, fiel er durch launenhaftes und absonderliches Verhalten auf. Er weigerte sich, zu arbeiten, verlangte statt dessen immerzu Papier, um sich „ganz seiner Dichtkunst widmen“ zu können. Er schrieb pathetische Gedichte, die von „Weltgeschehen“, „Willensgefühlen und Trieben“ handelten. Während er sich im allgemeinen völlig von anderen Menschen isolierte, bekam er Streit, sobald er in Gemeinschaftshaft untergebracht war; er wurde mehrfach aggressiv gegen andere Gefangene, demolierte Fenster und Wände, trieb allerhand Allotria und gab als Motiv ironisch lächelnd an, es sei ihm langweilig. In seinem Verhalten zeigte er gespreizte Maniriertheit, war in seinem Auftreten und in seinen sprachlichen Äußerungen ausgesprochen formelhaft, bewegte sich in feststehenden Redensarten, war dabei sprunghaft und phrasenhaft in seinem Denken. Seine massenhaften Beschwerdeschriften, in denen er zahlreiche Beziehungs- und Beeinflussungsideen äußerte, waren zusammenhanglos, seine Affektäußerungen völlig inadäquat. In der Anstalt fiel er

Digitized by Google

auf durch manirierten Gang, gespreizte Haltung, gezierte Sprache, mangelnde Zielstrebigkeit des Gedankenablaufes. Seinen zahlreichen Wahnvorstellungen gab er in pathetischer Form Ausdruck. Allmählich nahmen seine Zerfahrenheit, seine Verschrobenheit und seine Sprachverwirrtheit zu. Gelegentlich traten Erregungszustände auf, in denen er laut schrie und mit philosophierenden Sentenzen, die an sich zusammenhanglos waren, gegen die ärztlichen Maßnahmen protestierte. Nach eineinhalbjährigem Aufenthalt in der Anstalt Exitus letalis infolge Lungentuberkulose. Diagnose: Schizophrenie.

Die kinematographische Darstellung des Pupillenspiels (vgl. Abb. 58) zeigt uns, daß aus dem Typus II, der beim ersten Lichtreiz vorhanden ist, schon bei der geringsten Belastung — sowohl durch weitere Lichtreize als auch durch Schmerz- und vor allem durch Schreckreize — der Typus IV hervorgeht, und daß schließlich die völlig vertrackte, ebenfalls dem Typus IV angehörige Reaktion entsteht, die unter VIII in Abbildung 58 wiedergegeben ist.

Diese Fälle lehren uns, daß überall da, wo wir bei echter und typischer Schizophrenie den Lichtreaktionstyp IV nicht vollständig ausgeprägt finden, dieser Typ dennoch latent vorhanden ist; er kann leicht dadurch manifest gemacht werden, daß wir entweder die Lichtreize häufen oder gleichzeitig mit den Lichtreizen psychische Reize setzen, und zwar im Gegensatz zum Gesunden, bei dem zwar sowohl die Häufung der Lichtreize und die daraus resultierende Ermüdung als auch die Kombination des Lichtreizes mit psychischen Reizen individuell verschiedene Abänderungen der Form der Lichtreaktion erzeugt, nicht aber den Typus durchbricht. In einer Reihe von Fällen, in denen wir den Typus IV nicht oder erst indirekt verwirklicht sahen, handelte es sich um atypische Verlaufsformen oder um unsichere Fälle von Schizophrenie. Die meisten Schizophrenien, die nicht oder nicht unmittelbar zum Lichtreaktionstyp IV gehörten, waren erst seit kurzer Zeit erkrankt.

2. Die Lichtreaktionstypen IV im Schizophrenen-Material.

Wenn wir uns jetzt dem Lichtreaktionstypus IV zuwenden, so beginnen wir mit denjenigen Fällen, die diesen Typus zwar von vorneherein zeigen, ihn aber doch nicht in sehr ausgeprägter Form repräsentieren.

Erster Fall: Der Kranke, dessen Lichtreaktionen in Abb. 76 wiedergegeben sind, war zur Zeit der Untersuchung 39 Jahre alt, von

Digitized by Google

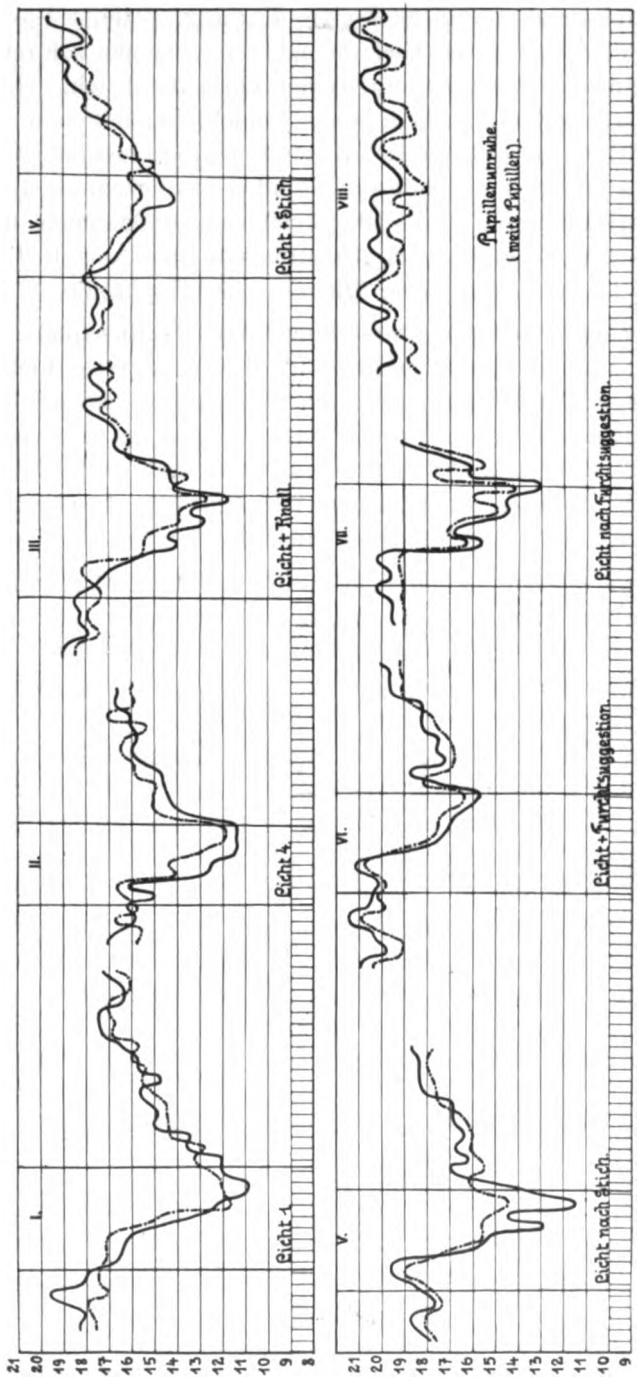


Abb. 76. **Verhalten der Pupillen bei 36jährigem, an Schizophrenie leidenden Mann.**
Krankheitsdauer einige Monate. Lichtreaktionstyp IV bereits ausgebildet, aber noch nicht unter allen Bedingungen vorhanden.

I L_1: Typ IV.
II L_2: Typ II.
III L + K: Typ IV.
IV L + St: Typ IV.
V L nach St: Typ (II).
VI L + F: Typ IV.
VII L nach F: Typ II.
VIII: Träge Pupillenunruhe.

Digitized by Google

Beruf Metzger. Er war seit einigen Monaten auffällig geworden, erklärte, er wolle „dies oder das, aber Höheres", wolle „Polizeikommissar oder Schlachthofdirektor" werden. Er drohte, er wolle sich im Rhein ertränken, wenn man ihm nicht zu diesen Stellen verhelfe. Im Schlachthof nahm er einem Berufsgenossen, der gerade ein Tier erschießen wollte, den Revolver ab und schlug ihn ins Gesicht; er hörte Stimmen und zwar „Männerstimmen, die nicht immer freundlich" sind. Bei der Aufnahme in die Anstalt war er voll von läppischen Größenideen. Er habe einen Bruder, der „Professor" sei, der „Reden in der Kirche hält und einer der bedeutendsten Redner Deutschlands ist". Er selbst sei zwar nicht „so bedeutend", aber das könne man noch abändern; brachte läppisch lächelnd seine schwachsinnigen Ideen vor, meistens Größenideen. Er besserte sich in der Anstalt schnell, so daß er bald wieder entlassen werden konnte und zwei Jahre lang, nämlich von 1928 bis 1930 einen Zustand zeigte, in dem er geordnet war und arbeitete; 1930 erneut erkrankt, zunächst eigentümlich grüblerisch, äußerte dann Sinnestäuschungen, Beeinflussungs- und Größenideen und zeigte Erregungszustände, so daß er abermals in die Anstalt gebracht wurde. Dort zeigte er sich orientiert und besonnen, redete zerfahren und begleitete sein zerfahrenes Gerede mit läppischem Lächeln; bei leidlichem Rapport kein Kontakt möglich. Er war voll von Sinnestäuschungen, dabei stark autistisch. Die in der Abbildung 76 wiedergegebenen Pupillenreaktionen stammen aus der Zeit des ersten Krankheitsschubes, d. h. seines ersten Aufenthaltes in der hiesigen Anstalt.

Wir sehen in Abbildung 76 den Lichtreaktionstyp IV bei L_1 deutlich, aber nicht sehr stark ausgeprägt. Bei L_2 verschwindet er, um in den folgenden Reaktionen mit zunehmender Deutlichkeit wieder hervorzutreten. Wir sehen geringe Abänderungen unter dem Einfluß des Schreckreizes (bei III) und eine starke Herabminderung der Ausgiebigkeit des Lichtreflexes unter dem Einfluß eines Schmerzreizes (bei IV). Als nach Abklingen des Schmerzreizes erneut ein Lichtreiz gesetzt wurde, sehen wir die Pupillen sehr vertrackte Bewegungen ausführen (bei V), ebenso nach dem Abklingen einer Furchtsuggestion (bei VII), während die Furchtsuggestion selbst (bei VI) eine starke Herabminderung des Lichtreflexes und eine starke Abänderung seiner Form erzeugt. Die Pupillenunruhe erwies sich an der weiten Pupille als ausgiebig, aber träge (Abb. 76, VIII). Es handelt sich auch hier um eine frische Erkrankung, bei der schon bei der klinischen Untersuchung wechselnde Trägheit der Pupillen auffiel, und bei der durch Schmerz- und Furchtsuggestionen nahezu starre, jedenfalls in der

Digitized by Google

Ausgiebigkeit ihrer Lichtreaktion stark herabgeminderte Pupillen erzeugt werden konnten.

Zweiter Fall: Lichtreaktionstyp IV, der in Abb. 77 wiedergegeben, aber ebenfalls noch nicht stark ausgeprägt ist. Bei mittelweiten Pupillen finden sich lebhafte Pupillenunruhe und lebhafte Psychoreflexe; die Pupillenunruhe wird gelegentlich durch das Auftreten eines Hippus unterbrochen, eine Erscheinung, die wir im allgemeinen innerhalb des Lichtreaktionstypus IV selten beobachteten. Es handelt sich um einen Mann, der zur Zeit der Untersuchung 58 Jahre alt war, und der sich schon seit einer Reihe von Jahren in der Anstalt befand. Auch sein Vater soll an Schizophrenie gelitten und Verfolgungs- und Beeinträchtigungsideen geäußert haben. Der Kranke selbst leidet seit vielen Jahren an Beeinträchtigungsideen, die ihn aber bei der Arbeit wenig hinderten. Seit einiger Zeit fühlt er sich durch die Polizei verfolgt, besonders nachdem ihm ein Sohn gestorben war und er sich einbildete, den Sohn ermordet zu haben. Das nehme die Polizei als Vorwand, um ihm wichtige Facherfindungen zu stehlen. Bei der Einlieferung in die Anstalt gab er an, schon seit etwa 10 Jahren „merke er etwas", „Frechheiten" und daß „die Leute ihm in die Augen sehen". Er höre Stimmen, die ihm zuriefen, er habe seinen Jungen umgebracht. Dabei war er besonnen, aufmerksam, faßte richtig auf, antwortete überlegt, war aber erfüllt von verhaltenem Affekt, der gelegentlich zu Erregungszuständen führte. Als er einmal nach Hause entlassen wurde, war er sehr erregt, lief mit einem geschliffenen Messer im Hause umher, um „die Kriminal" und die „Fachleute" totzuschlagen, schimpfte morgens früh zum Fenster hinaus, schrieb zahlreiche Briefe an Behörden, hörte nachts Stimmen und bedrohte seine Frau. In der Anstalt bekam er zwei Anfälle, die nach der Beschreibung epileptischer Natur waren. Wassermann-Reaktionen im Blut und Liquor waren negativ. Ebenso der chemische und der Zellbefund. Vom Jahre 1922 bis 1927 war er außerhalb der Anstalt und arbeitete in einer Grube, mußte aber am 10. 9. 1927 erneut in die Anstalt gebracht werden, da er erregt war und die Nachbarschaft bedrohte, weil er glaubte, daß man ihm sein „Patent" rauben wolle. Er gab bei der Aufnahme in der Anstalt an, er sei in den Jahren seit seiner Entlassung ständig „bestrahlt" worden. Stimmen hätten ihm zugerufen, die „Kriminalisten bestählen ihn solange, bis er ihnen gegeben habe, was sie von ihm wollten". Deshalb habe man massenhafte „Totbestrahlungsversuche" an ihm ausgeführt, dadurch seien auch die Fehlgeburten seiner Frau bedingt. In seiner Beschreibung finden sich zahlreiche Neologismen, er spricht von

Digitized by Google

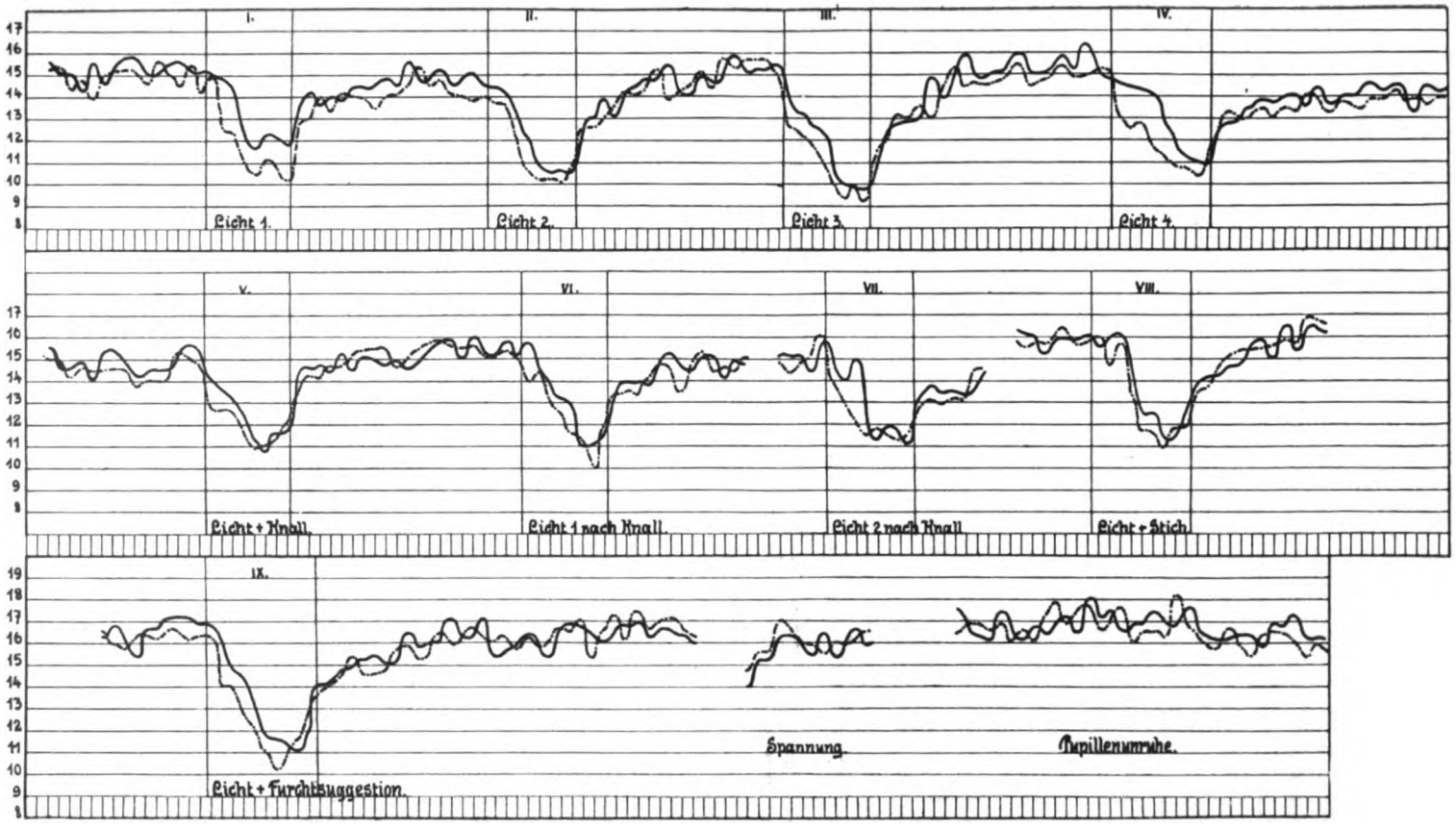


Abb. 77. **58jähriger, an Schizophrenie leidender Mann,** seit vielen Jahren krank.
Zustandsbild: Beeinträchtigungs- und Verfolgungsideen, geschraubtes Wesen, autistisch.
Lichtreaktionsty IV, jedoch nur mäßig stark ausgeprägt.

I—IV: L_1, L_2, L_3, L_4: Zunehmende Verlangsamung der Kontraktion.
V: L + K.
VI: L nach K.
VII: L_2 nach K.
VIII: L_2 + S.
IX: L + F.
X: Starke Erweiterung der Pupille in dem Zustande der Spannung.
XI: Lebhafte Pupillenunruhe.

Digitized by Google

„Kopfstrahlschlägen", „Rückenstrahlschlägen" und „Herzstrahlschlägen". Ferner von „Strahlbürsten", durch die er sich geschlechtlich beeinflußt fühle. In der Folgezeit beruhigt er sich äußerlich, bekommt aber wiederholt Anfälle, die als epileptisch beschrieben werden. Er wird allmählich völlig autistisch und affektlahm, ohne daß gedankliche Zerfahrenheiten nachweisbar waren; er steckt aber weiterhin voll von Beeinflussungsideen, die er jedoch nur vorbringt, wenn er ausdrücklich danach gefragt wird. Er ist dabei in seiner Ausdrucksweise geschraubt und voll von Absonderlichkeiten. Als er einmal aus dem Urlaub zurückkam, bedankte er sich für die Errettung aus der Lebensgefahr. Allmähliche Entwicklung von Sprachverwirrtheit.

Es handelt sich also um ein sich über viele Jahre entwickelndes Zustandsbild von typischer Dementia paranoides mit deutlicher Affektabstumpfung und der Neigung zur Entwicklung von Sprachverwirrtheit. Die in diesem Zustande kinematographisch aufgenommenen Lichtreaktionen der Pupillen (Abbildung 77) zeigen in mäßigem Grade ausgeprägt den Lichtreaktionstyp IV; sie zeigen ferner das Phänomen einer Zunahme der Ausgiebigkeit der Lichtreaktion vom ersten zum zweiten zum dritten Reiz; durch Schreck-, Schmerz- und Furchtsuggestionen sind sie nur in mäßigem Grade beeinflußbar; die Psychoreflexe sind bei lebhafter Pupillenunruhe gut entwickelt; das Phänomen der Lichtstarre, das klinisch auf der Abteilung gelegentlich beobachtet worden sein soll, konnte kinematographisch nicht festgestellt werden.

Dritter Fall: Durch stärkeren Wechsel in der Erscheinungsform des Pupillenspiels interessant ist der folgende Fall, der in der Abb. 78 dargestellt ist. Es handelt sich um eine 30jährige Frau, die seit einigen Jahren an Verfolgungsideen und akustischen Halluzinationen leidet. Wir sehen drei Versuchsreihen, die an der gleichen Kranken zu verschiedenen Zeiten durchgeführt wurden. Die erste Reihe umfaßt I bis V, die zweite Reihe VI, die dritte VII bis XVI. Überall ist die Pupillenunruhe stark ausgeprägt. In der ersten Versuchsreihe (L_1—L_3) finden wir einen Lichtreflex, der sehr ausgiebig ist; in der zweiten Versuchsreihe (L_1 in VI) einen Lichtreflex, der relativ unausgiebig ist und in der dritten Reihe einen Lichtreflex, der nach seinen Ausmaßen in der Mitte zwischen den beiden eben genannten steht. Während in der ersten Reihe der Schreckreiz den Lichtreflex (IV) stark hemmt, ist das in der dritten Reihe (X) nicht der Fall. In der vierten Reihe hingegen sehen wir stärkste Hemmung des Lichtreflexes — und zwar bis zur Lichtstarre — bei Kombination des Lichtreizes mit Schmerzreiz (XII), und diese Lichtstarre dauerte noch

Digitized by Google

Digitized by Google

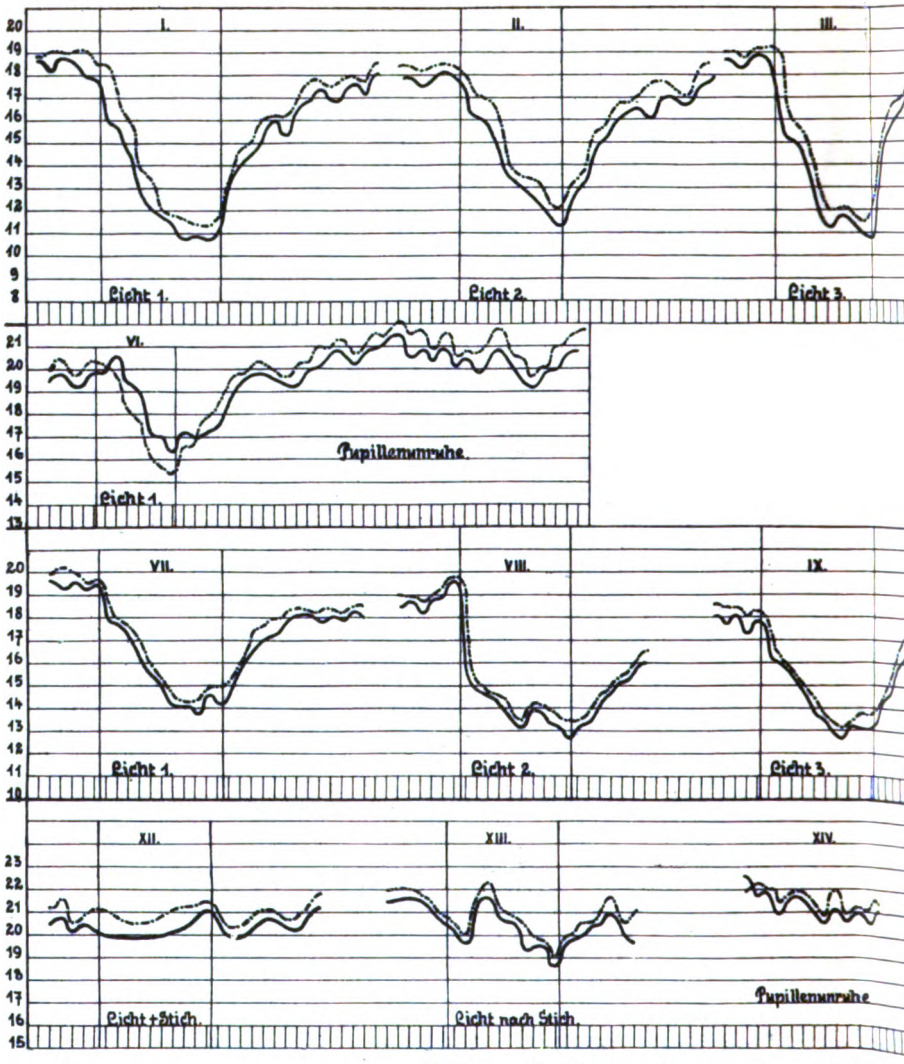


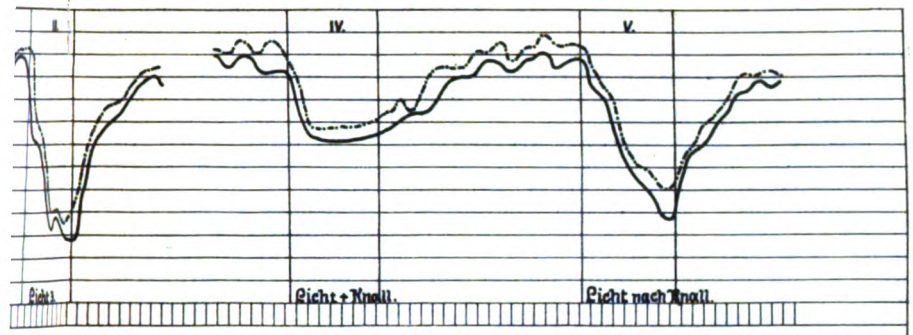
Abb. 78. 30jährige Frau mit Verfolgungs

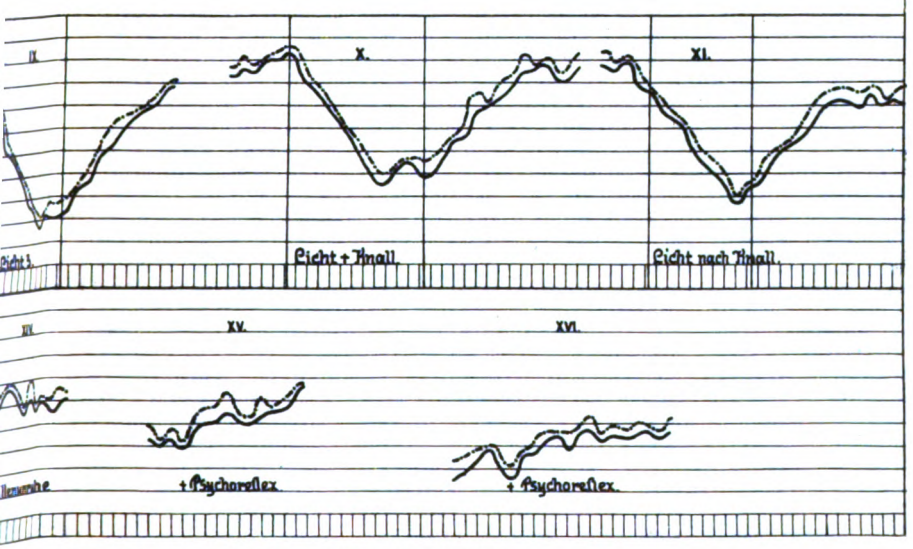
erste Versuchsreihe
I–III L_1, L_2,
IV L + K
V L nach

zweite Versuchsreihe
VI L_1 mit Pupi

dritte Versuchsreihe
VII, VIII, IX L_1, L_2,
X L + K
XI L nach
XII L + St
XIII L nach
XIV Pupill
XV, XVI mitte Ps

Digitized by Google





Verfolgungsideen und Sinnestäuschungen.

II L_1, L_2, L_3

IV $L + K$

V L nach K

VI L_1 mit nachfolgender Darstellung der Pupillenunruhe

IX L_1, L_2, L_3

X $L + K$

XI L nach K

XII $L + St$ (Lichtstarre)

XIII L nach St (Lichtstarre)

XV Pupillenunruhe

XV, XVI } mittelstark ausgeprägte Psychoreflexe

Digitized by Google

Digitized by Google

an, als kurze Zeit nach dem Abklingen des Schmerzreizes ein neuer Lichtreiz gesetzt wurde (XIII). Wir sehen, daß bei diesem Kranken nicht nur die Pupillenunruhe, sondern auch die Psychoreflexe, die in der zweiten und dritten Versuchsreihe (VI und XV) dargestellt sind, stark ausgeprägt waren.

Vierter Fall: 28 Jahre alter Mann, der sich erst seit kurzem in der Anstalt befindet. Eine Schwester des Vaters war geisteskrank. Er selbst war von jeher gutmütig, hat in der Schule gut gelernt und ein Polytechnikum mit gutem Erfolg absolviert. Nachdem er sein Studium beendet hatte, ging er als Techniker ins Ausland. Dort

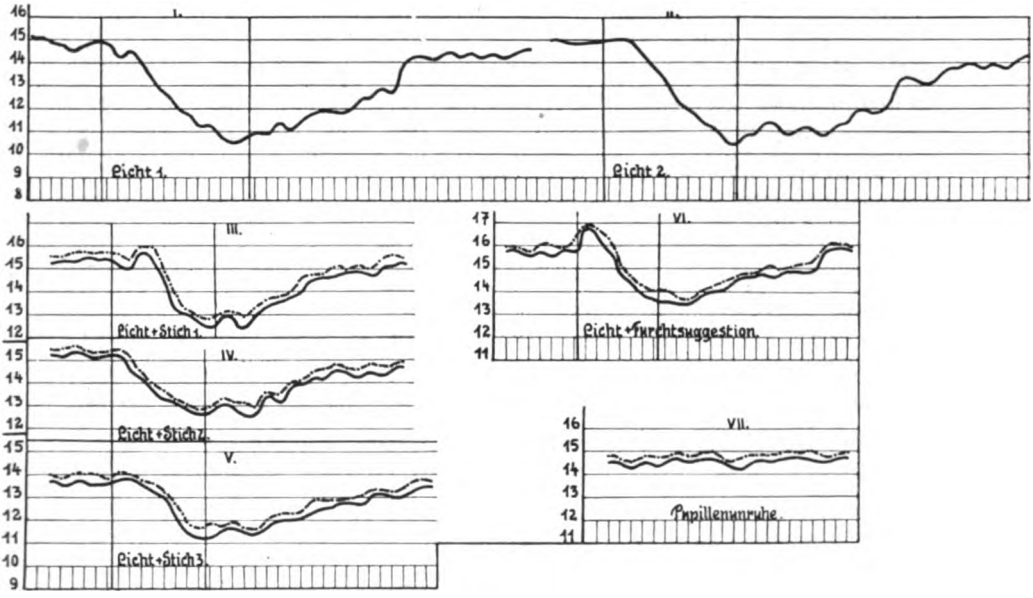


Abb. 79. Verhalten der Pupillen bei 28 Jahre altem, an paranoider Schizophrenie im Initialstadium leidenden Manne.

Ausgeprägter Lichtreaktionstyp IV.

L_1, L_2: Lichtreaktionstyp IV.
$L + St_1$: $L + St_2$: $L + St_3$: } Hemmung des Lichtreflexes durch Schmerzreize.
$L + F$: Hemmung des Lichtreflexes durch experimentell erzeugten Furchtzustand.
Pupillenunruhe sehr träge und unausgiebig.

sollen sich im Anschluß an eine angebliche Überanstrengung Zustände von Schlaflosigkeit und gesteigerter Erregbarkeit entwickelt haben, in denen er außerordentlich heftig wurde gegen seine Umgebung. Allmählich bildeten sich Verfolgungsideen heraus, insbesondere Vergiftungsideen, so daß er die Nahrungsaufnahme verweigerte. Gleichzeitig wurde er aggressiv gegen seine Familie Bei der Aufnahme in

Digitized by Google

die Anstalt äußerte er zahlreiche hypochondrische Beschwerden, klagte über Magen- und Darm-, aber auch über Herzbeschwerden, Kopfschmerzen, Schmerzen in den Genitalien und Nachlassen der Libido. Da er diese Symptome regelmäßig nach dem Essen wahrnahm, nimmt er an, daß man ihn vergiftet habe; besonders seine Stiefmutter, mit der er sich nicht vertrage, sei schuld. Nachts, wenn er im Bett liege, stelle sich ein übler Geruch ein, der sich ihm wie ein Nebel beklemmend auf die Brust lege. Er höre deutlich akustische Signale, Knalle, und es sei ihm, als ob seine verstorbene Mutter noch lebe. Er leide an „seltsamen Träumen", könne nicht schlafen und habe Blut im Urin. Der Gedankenablauf vollzieht sich weitschweifig, verliert sich in Einzelheiten, ist wenig zielstrebig; in affektiver Hinsicht wirkt er leer, ist aber zeitweise erregt. Diagnose: Paranoide Schizophrenie, Initialstadium. Die Lichtreaktionen zeigen in ausgesprochener Weise den Typ IV (Abb. 79). Pupillenunruhe ist sehr flach, oft nur eben wahrnehmbar. Die Beeinflußbarkeit durch Furchtsuggestionen ist stark, ebenso durch Schmerzreize. Ganz besonders durch Furchtsuggestionen konnten leicht Zustände erzeugt werden, die klinisch als Lichtstarre imponieren. Spontane Psychoreflexe erscheinen nicht besonders stark ausgeprägt.

Fünfter Fall: In ausgesprochener Weise zum Typ IV gehört der Fall der Abb. 80. Er ist dadurch ausgezeichnet, daß er stets mittelweite Pupillen aufwies; die Lichtreaktionen waren beim ersten Lichtreiz ausgiebiger als beim zweiten, durch Schreckreize konnten ebensowenig wie durch Schmerzreize intensivere Hemmungen des Lichtreflexes, wohl aber Veränderungen seiner Form hervorgerufen werden; die Psychoreflexe sind stark, die Pupillenunruhe ist mittelstark ausgeprägt. Es handelt sich um einen Mann, der zur Zeit der Untersuchung 24 Jahre alt war; er war hochgradig negativistisch, zeitweise stuporös und mußte mit der Sonde gefüttert werden; er stand dauernd unter dem Einfluß von Sinnestäuschungen und Wahnvorstellungen. Klinisch erwies sich in diesem Falle die Pupille als zeitweise starr. Der Fall ist dadurch ausgezeichnet, daß die Belastung durch psychische Reize sich als relativ weniger wirksam erweist; hochgradige Unausgiebigkeit der Lichtreaktion, stellenweise auch — wenigstens klinisch — Lichtstarre der Pupillen, die sich nie beim ersten Lichtreiz fand, wohl aber — wie Abb. 80, II zeigt — gelegentlich beim zweiten Lichtreiz auftrat. Wirksamer als die experimentell gesetzten psychischen Reize erweisen sich die spontan im Bewußtsein auftretenden. Daß solche spontan im Bewußtsein auftretenden Veränderungen der Affektlage häufig vorhanden waren,

Digitized by Google

zeigen die an der Versuchsperson häufig nach Art der Psychoreflexe auftretenden Erweiterungen, von denen wir in Abb. 80 unter VI das

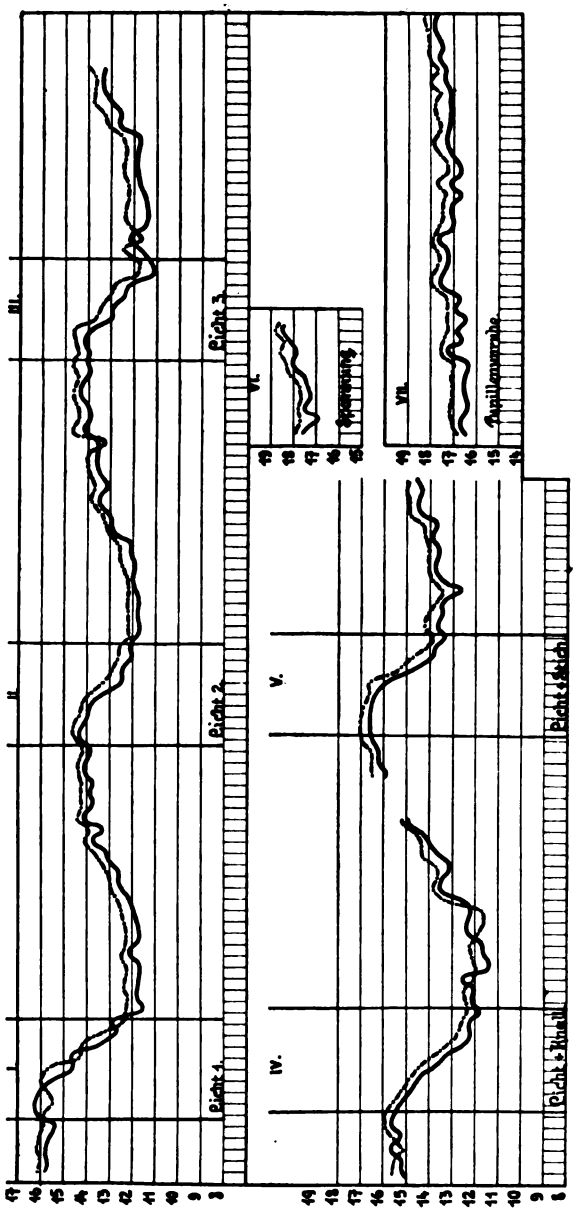


Abb. 80. 25 Jahre alter, an Katatonie leidender Mann.
Zustandsbild: Stupor, hochgradiger Negativismus. Zahlreiche Sinnestäuschungen und Wahnvorstellungen.
I, II, III: L_1, L_2, L_3 Lichtreaktionstyp IV, sehr träge und unausgiebig.
IV: $L + K$ / $L + St$ } hochgradige Trägheit der Wiedererweiterung, die in zahlreichen Remissionen verläuft.
V: Spontaner Psychoreflex, mittelstarke Erweiterung durch Erwartungsspannung.
VI: Pupillenunruhe.

Beispiel einer Reaktion abgebildet haben, von der wir nach Maßgabe der Situation, in der sie auftrat, annehmen können, daß sie einem Zustand von unlustbetonter Spannung ihre Entstehung verdankt.

Digitized by Google

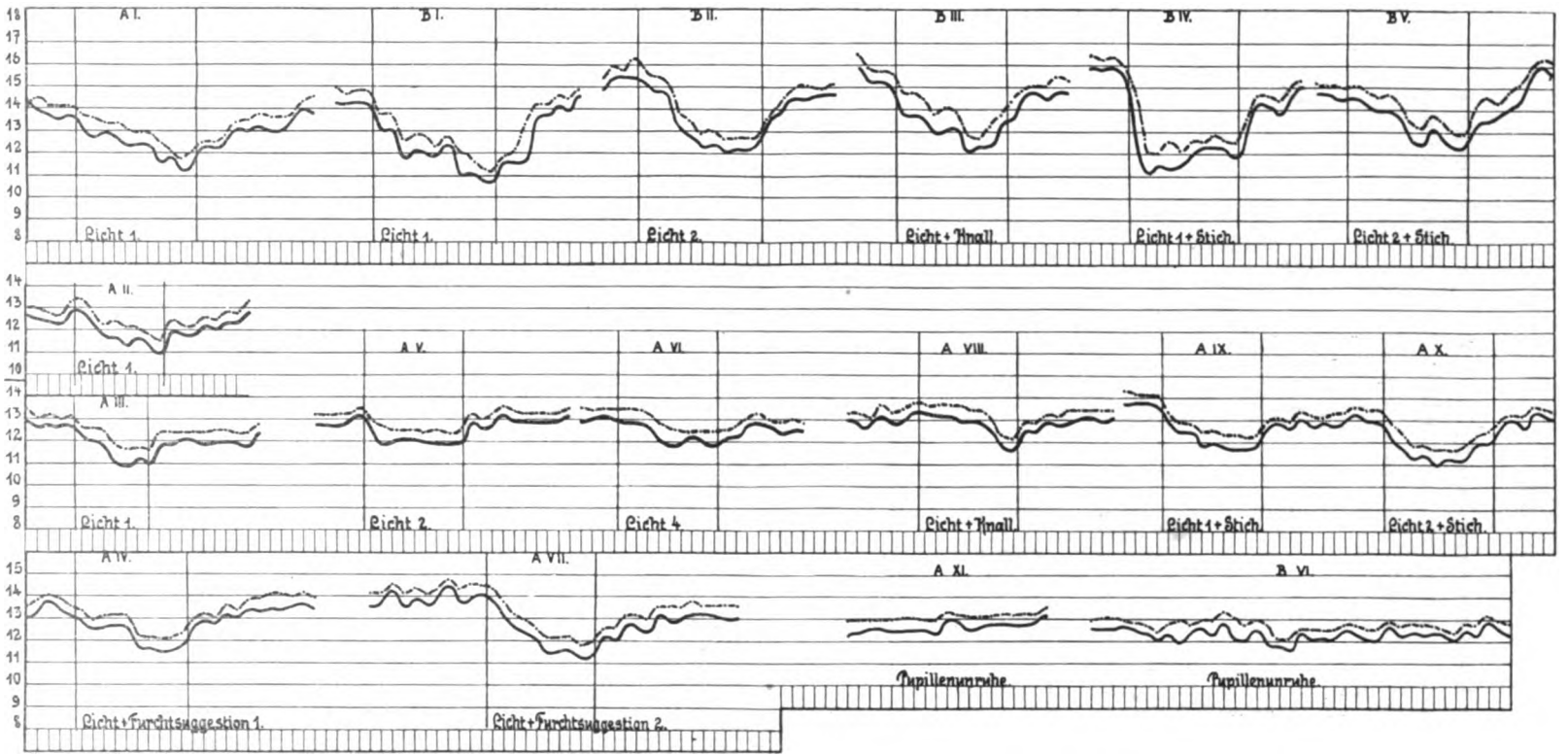


Abb. 81. 60 Jahre alter Mann, seit vielen Jahren an Schizophrenie leidend.

Zustandsbild: Völliger Autismus, zeitweise unmotivierte heftige Erregungszustände.

A I–III: Drei in ihrer Reihe erste Lichtreize; minimale Reaktionen vom Typ IV (klinisch Lichtstarre).
A V L_2: } minimalste Reaktionen.
A VI L_4: }
A IV $L + F_1$: geringe Reaktion (praktisch lichtstarr).
A VII $L + F_2$: etwas stärkere Reaktion.
A VIII $L + K$: lichtstarr.
A IX $L_1 + St$: } minimale Reaktionen.
A X $L_2 + St$: }
A XI: Pupillenunruhe.

Zwei von einander unabhängige Versuchsreihen, mit A und B bezeichnet.

Zweite Versuchsreihe, die im ganzen etwas stärkere Reaktionen zeitigt.

B I L_1: } sehr träge und unausgiebige Reaktionen vom Typ IV.
B II L_2: }
B III $L + K$:
B IV $L_1 + St$:
B V $L_2 + St$:
B VI: Pupillenunruhe.

Digitized by Google

Sechster Fall: 60jähriger Mann, der seit Jahren anstaltspflegebedürftig war, aber schon früher, das heißt vor Beginn seines jetzigen Anstaltsaufenthaltes wiederholt an schizophrenen Schüben gelitten hatte. Athletischer Körperbau, neurologisch ohne Ausfallserscheinungen. Der jetzt seit 7 Jahren in der Entwicklung begriffene Schub begann mit zahlreichen hypochondrischen Beschwerden und Neigung zu jähem Stimmungswechsel. Der Kranke wurde allmählich völlig autistisch, sonderte sich ab gegen die Umgebung, zeigte zeitweise heftige, objektiv nicht begründete Erregungszustände. Die Pupillen erwiesen sich bei der kinematographischen Untersuchung in ihren Lichtreaktionen als wechselnd; meistens war die Lichtreaktion äußerst unausgiebig, zeitweise waren die Pupillen starr, wie das in Abbildung 81 unter A L_1 bis L_4 gezeigt ist. Nur gelegentlich (B L_1, B L_2) finden sich Reaktionen von etwas größeren Ausmaßen, die besonders unter dem Einfluß eines Schmerzreizes zunehmen, zu anderen Zeiten aber durch gleichartige Reize nicht beeinflußt werden. Die Pupillenunruhe ist wechselnd stark ausgeprägt, zeitweise relativ stark, zeitweise aber erweist sie sich als äußerst träge.

Siebenter Fall: 60jährige Näherin, die seit Jahren zahlreiche Wahnvorstellungen produziert, dabei lebhaft halluziniert, sich dauernd mit „unsichtbaren Gestalten" unterhält, an die sie Fragen richtet und die ihr antworten. Zeitweise abstiniert sie unter dem Einfluß von Vergiftungsideen, zu anderen Zeiten ist sie laut, schimpft und spricht viel. In ruhigen Zeiten ausgesprochen nörglerisch. Zur Zeit der Untersuchung zeigte sie sich orientiert, horchte mit gespanntem Gesichtsausdruck auf ihre Gehörstäuschungen, führte zerfahrene Reden und verkannte die Personen ihrer Umgebung. Die Pupillen erwiesen sich bei der graphischen Registrierung (Abb. 82) in ihren Reaktionen als äußerst träge und unausgiebig, die Pupillen waren fast starr unter dem Einfluß von Schmerz- und Schreckreizen, zeigten zeitweise „paradoxe" Reaktionen; weniger beeinflußt wurden sie durch Furchtsuggestionen. Die Pupillenunruhe war unausgiebig (Abb. 82).

Achter Fall: 58jähriger Mann, der seit 35 Jahren sich in Anstalten befindet. Körperlich klein, ausgesprochen asthenisch, völlig unzugänglich und teilnahmslos, spricht unzusammenhängend, sitzt meist stumpf und interesselos umher, arbeitet aber fleißig, wenn er dazu angehalten wird. Spontan spricht er gar nicht, ist zufrieden mit allem, was mit ihm geschieht. Zur Zeit der Untersuchung ist er völlig autistisch, unzugänglich und negativistisch. Er antwortet auf alle Fragen gleichmäßig stereotyp „ich weiß nicht". Die Pupillen

Digitized by Google

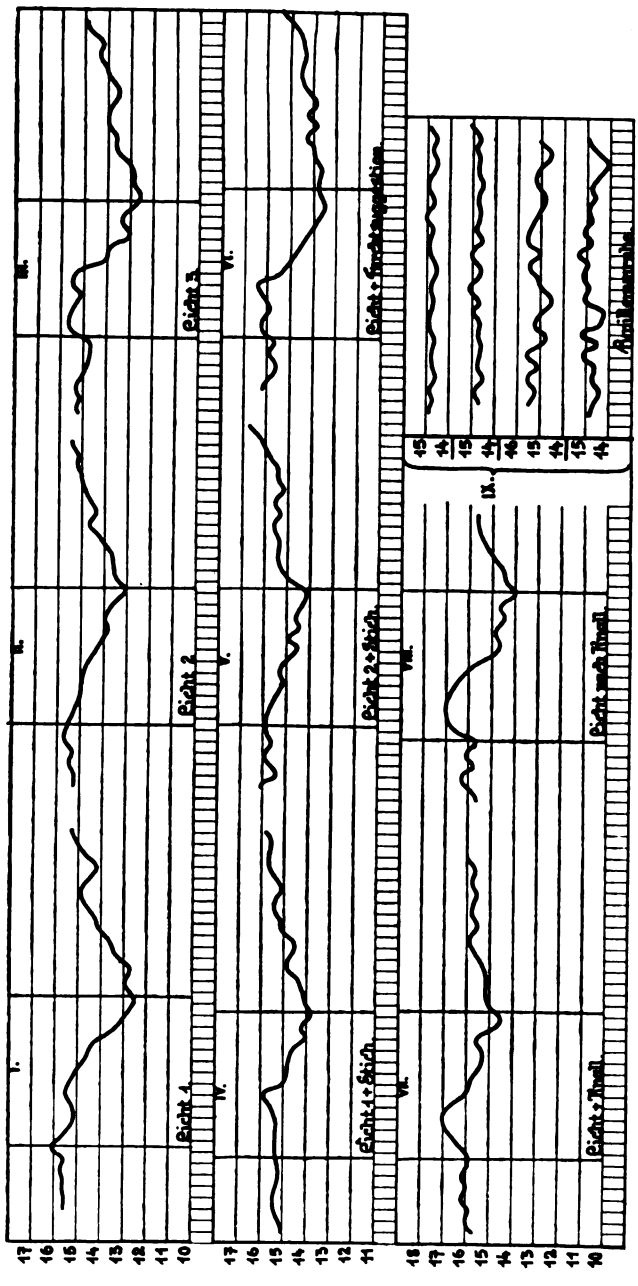


Abb. 82: 60jährige, seit vielen Jahren an Schizophrenie leidende Frau.
Zustandsbild: Wahnvorstellungen, insbesondere Vergiftungsideen, Sinnestäuschungen, Zerfahrenheit, Erregungszustände.
I L_1: träge und unausgiebige Reaktion vom Typ IV.
II L_2: noch träger und unausgiebiger.
III L_3: stark verlängerte Latenzzeit; etwas ausgiebiger als II.
IV $L_1 + St$:
V $L_2 + St$:
VI $L + F$:
VII $L + K$:
VIII L nach K:
} minimale Reaktionen, dem Grade nach nur wenig different. Praktisch alle lichtstarr.
IX: Pupillenunruhe zu 4 verschiedenen Zeiten.

erwiesen sich meist als starr (Abb. 83), es finden sich bei der kinematographischen Untersuchung geringe, in ihrer Form völlig atypische Reaktionen, die jedoch unter der Einwirkung von Furchtsugge-

Digitized by Google

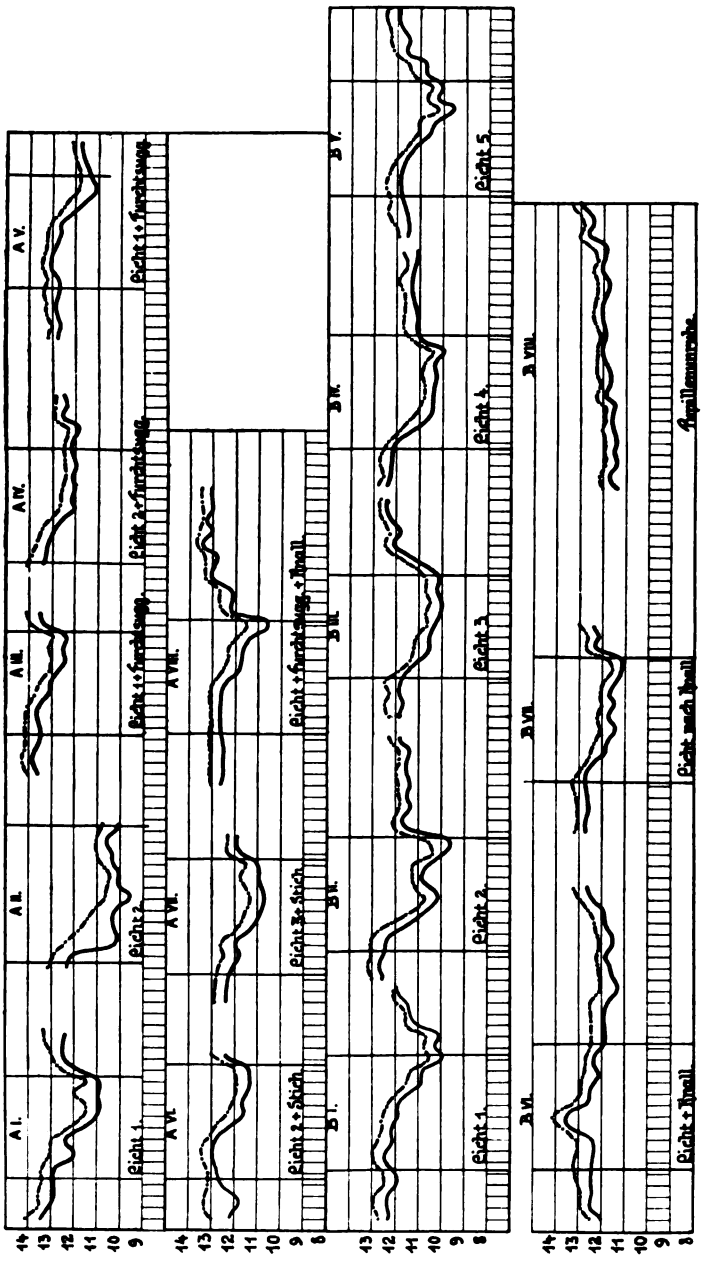


Abb. 83. 35jähriger Mann, seit 35 Jahren wegen Schizophrenie in Anstalten.
Zustandsbild: unzugänglich, teilnahmslos, spricht unzusammenhängend, ist stumpf und interesselos, arbeitet fleißig, wenn er dazu angehalten wird; zur Zeit der Untersuchung negativistisch. Zwei Versuchsreihen, mit A und B bezeichnet.

A I: L_1 } minimale, völlig verzogene „amorphe" Reaktionen.
A II: L_3 }
A III: $L_1 + F$ } lichtstarr.
A IV: $L_1 + + F$ }
A V: $L_1 + + S$ } minimale Reaktionen, praktisch lichtstarr.
A VI: $L_3 + S$ }
A VII: $L + K$ } minimale Reaktionen.
A VIII: $L + F + K$

B I: L_1 }
B II: L_2 } geringe Reaktionen vom Typ IV,
B III: L_3 } teils stark verzogen.
B IV: L_4 }
B V: L_5 }
B VI: $L + K$ } lichtstarr.
B VII: L nach K }
VIII: Pupillenunruhe, sehr träge und flach.

stionen, von Schmerz- oder Schreckreizen zum Teil völlig verschwinden, zum Teil aber auch einer paradoxen Erweiterung Platz machen. Die Pupillenunruhe ist in mittlerer Stärke erhalten.

Digitized by Google

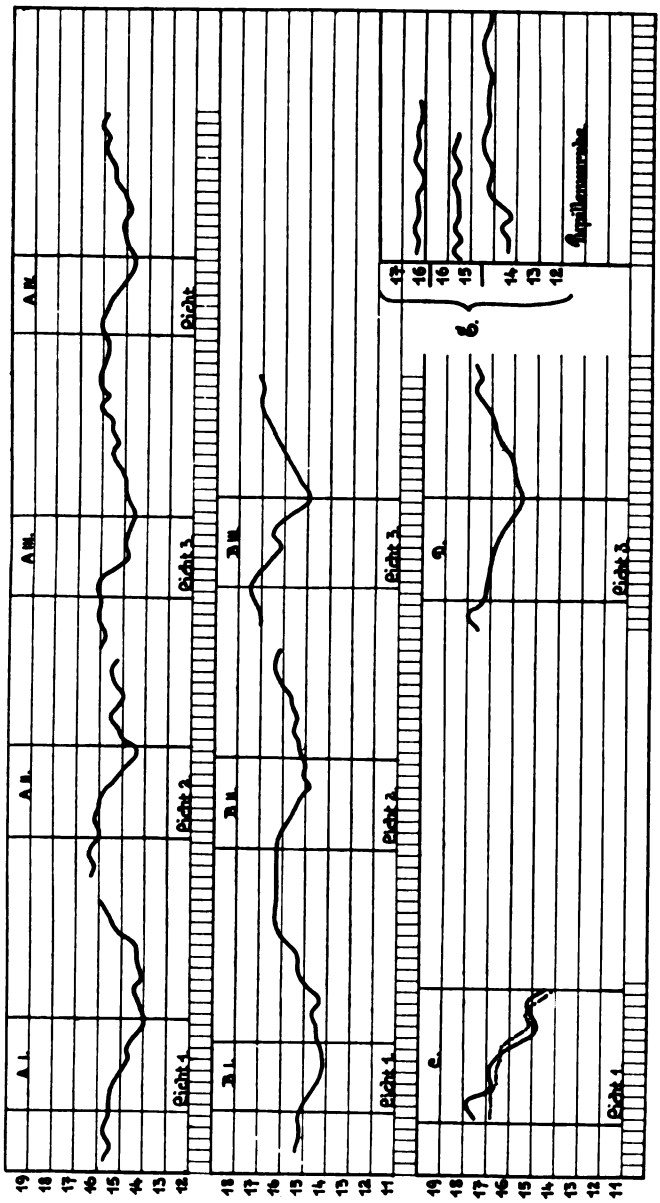


Abb. 84. 35jährige, an Schizophrenie leidende Frau, erst seit kurzem erkrankt.
Zustandsbild: läppisch, zerfahren, maniriert, sinnloses Lachen. Katatones Zustandsbild.
Drei Versuchsreihen, die mit A, B und C bezeichnet sind.

A I: L_1 } minimale Reaktionen.
A II: L_2 }
A III: L_3 }
A IV: L_4 }

B I: L_1 } Zunahme der minimalen
B II: L_2 } Reaktion nach L_3 hin.
B III: L_3 }

C: L_1 vertrackte Reaktion, träge, ausgiebig.
D: L_3
E: Pupillenunruhe.

Neunter Fall: 35jährige Frau, klein, typisch asthenischer Körperbau, Winkelprofil, ist erst seit kurzem erkrankt. Beginn der Krankheit mit Erregungszuständen und lebhaften Sinnestäuschungen. Zur Zeit der Untersuchung läppisch, zerfahren, in ihrem Wesen maniriert, spricht viel, gelegentlich sinnloses Lachen. Uneinfühlbar, ohne

Digitized by Google

nachweisbare Intelligenzdefekte. Zeigte klinisch deutlich das Symptom des Spasmus mobilis. Dem entspricht das bei der kinematographischen Untersuchung gewonnene Bild. Unter A L_1 in Abb. 84 finden wir völlig oder nahezu völlig starre Pupillen, unter B L_1 eigentümlich vertrackte Reaktionen, die ganz atypisch sind. Im übrigen sehen wir unausgiebig und träge reagierende mit lichtstarren Pupillen abwechseln. Auch die Pupillenunruhe ist zeitweise sehr träge, zeitweise aber prompter.

II. Manisch-depressives Irresein.

Wir haben bereits oben festgestellt, daß zwischen Schizophrenie und manisch-depressivem Irresein ein fundamentaler Unterschied insofern besteht, als die verschiedenen Typen der Lichtreaktion beim manisch-depressiven Irresein in völlig anderer Verteilung vorkommen als bei der Schizophrenie. Die Verteilungskurven der Abb. 49 veranschaulichen das. Während bei der Schizophrenie zahlenmäßig der Typus IV weit überwiegt, überwiegen beim manisch-depressiven Irresein die Lichtreaktionstypen I und II. Damit unterscheiden sich manisch-depressives Irresein und Schizophrenie nicht nur voneinander, sondern auch vom Gesunden, bei dem die vier Lichtreaktionstypen in ungefähr gleicher Verteilung auftreten.

In dieser Feststellung liegt eine weitere Feststellung einbegriffen, die wir bei unseren klinischen Untersuchungen seit vielen Jahren machen konnten, und die uns die experimentell-kinematographischen Nachprüfungen bestätigt haben — daß nämlich irgendwelche Anomalien im Ablauf des Lichtreflexes beim manisch-depressiven Irresein im Gegensatz zur Schizophrenie nicht aufdeckbar sind. Wir finden den Lichtreflex sowohl in seiner Kontraktionsphase als auch in der Phase der Wiedererweiterung intakt, das heißt, wir treffen alle diejenigen Grade der Ausprägung an, die innerhalb der Variationsbreite des Normalen gelegen sind, wie wir sie oben ausführlich dargestellt haben. Sämtliche vier Lichtreaktionstypen kommen vor, freilich mit der Maßgabe, daß Typ I und II wesentlich häufiger vorkommen als Typ III und IV. So erklärt es sich — eben aus der überwiegenden Zugehörigkeit zu den Lichtreaktionstypen I und II — daß bei manisch-depressiv Erkrankten der Lichtreflex der Pupille besonders häufig, besonders prompt und besonders ausgiebig angetroffen wird. Das schließt andererseits nicht aus, daß genau die gleichen Momente, die normalerweise den Lichtreflex hemmen, seine Form abändern und seine Ausgiebigkeit vermindern — in erster Linie also psychische Momente — auch hier wirksam werden und Formen erzeugen können,

Digitized by Google

die auf den ersten Blick weit aus dem Rahmen des Normalen herauszufallen scheinen, die wir aber oben als innerhalb der Variationsbreite des Normalen gelegen erweisen konnten. Nur die Verteilungskurve ist es, die beim manisch-depressiven Irresein anders erscheint als beim Gesunden und bei der Schizophrenie. In dieser Tatsache liegt die Feststellung einbegriffen, daß beim Einzelfalle Anomalien des Lichtreflexes, die bei der Schizophrenie so häufig vorkommen, nicht aufdeckbar sind. Wir können uns daher in unserer Darstellung darauf beschränken, einige wenige Fälle zu beschreiben. Dabei sind wir uns durchaus klar darüber, daß die Frage, ob bei

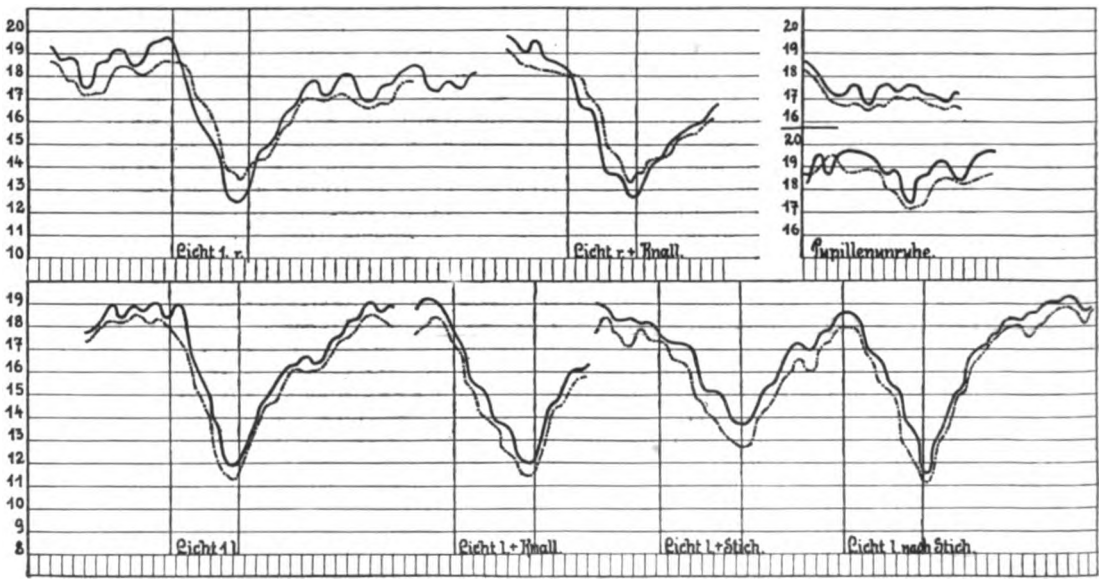


Abb. 85: **Verhalten der Lichtreaktionen der Pupillen bei 60jähriger manisch-depressiver Frau. Lichtreaktionstyp I.**
Zustandsbild: motorisch erregte, ideenflüchtige Manie.
L_1: in ihrer Versuchsreihe erste Lichtreaktion (rechts).
L_1: in ihrer Versuchsreihe erste Lichtreaktion (links).
L + K: Licht- und Schreckreiz.
L + S: Licht- und Schmerzreiz.
L nach S: Lichtreiz, nachdem der Schmerzreiz abgeklungen war.

einem bestimmten Individuum pathologische Lichtreaktionen vorliegen, nicht auf Grund einzelner Lichtreaktionen entschieden werden kann, sondern ausschließlich auf Grund der Gesamtheit der Reaktionen, die unter den verschiedenen Bedingungen ausgelöst wurden.

Erster Fall: Dieser Fall entspricht dem Lichtreaktionstyp I. Es handelt sich um eine 60 Jahre alte Patientin, die zur Zeit der Untersuchung ein typisch manisches Zustandsbild darbietet, hoch-

Digitized by Google

gradig ideenflüchtig ist, unausgesetzt spricht, vom Hundertsten ins Tausendste kommt, singt, schreit, lacht, Tierstimmen nachahmt, insbesondere kräht, motorisch hochgradig erregt ist. Wir sehen in Abbildung 85 zwei in ihrer Versuchsreihe erste Lichtreaktionen; im einen Fall traf der Lichtreiz das rechte, im anderen das linke Auge. Als Reaktion auf den Lichtreiz finden wir prompte und ausgiebige Verengerung und ebenso ausgiebige Wiedererweiterung im Rahmen der Masse, die wir im Lichtreaktionstyp I anzutreffen gewohnt sind. Schmerz- (L+S) und Schreckreize (L+K) oder Furchtsuggestionen (L+F) beeinflußten den Lichtreflex zwar, ohne aber seine Form wesentlich abzuändern. Die Pupillenunruhe war wechselnd stark; gelegentlich sah man auch einen Hippus.

Zweiter Fall: 58 Jahre alter Mann, der vor 32 Jahren zum ersten Male im Depressionszustand in die Anstalt gekommen war und seitdem zahlreiche manische und depressive Phasen durchlebt hat. Seit 12 Jahren befindet er sich dauernd in der Anstalt, war zur Zeit der Untersuchung in einer depressiven Phase, in der er völlig entschlußunfähig war, weinte, fürchtete, daß er Selbstmord begehen werde, von starker Angst hin und her getrieben wurde, den Schutz des Pflegers und des Arztes suchte, sobald er allein war.

Wir sehen in Abbildung 86 Kurven vom Lichtreaktionstyp I; der Lichtreflex erscheint durch aufeinander folgende Lichtreize wenig ermüdbar, auch wenig veränderlich durch spontane Bewußtseinsvorgänge. Durch Schreck- und Schmerzreize wird er ebenfalls wenig beeinflußt, nur durch Suggestion erzeugte Furchtzustände bewirken stärkere Veränderungen in Form und Ausgiebigkeit der Lichtreaktion. Die Pupillenunruhe erweist sich zeitweise als stark ausgeprägt, zu anderen Zeiten jedoch ist sie nur schwach ausgeprägt.

Dritter Fall: 38 Jahre alte Frau, die in den letzten 12 Jahren neunmal wegen manischer Zustandsbilder in geschlossenen Anstalten war, von der aber berichtet wird, daß sie in der Zwischenzeit zwischen ihren manischen Phasen leichte Depressionen hatte, in denen sie jedoch nicht anstaltspflegebedürftig war. Sie befindet sich zur Zeit der Untersuchung in einer manischen Phase, in der sie viel redet, ausgesprochen ideenflüchtig ist, Scherze macht, in ihren Gesprächen stark erotisch ist, zu jähem Stimmungswechsel neigt, indem sie plötzlich aus heiterster Stimmung heraus zornmütig erregt wird.

Die Lichtreaktionen, die dem Typus III angehören (vgl. Abbildung 87), sind durch psychische Reize in mäßigem Grade beeinflußbar. Die Pupillenunruhe ist von mittlerer Lebhaftigkeit.

Digitized by Google

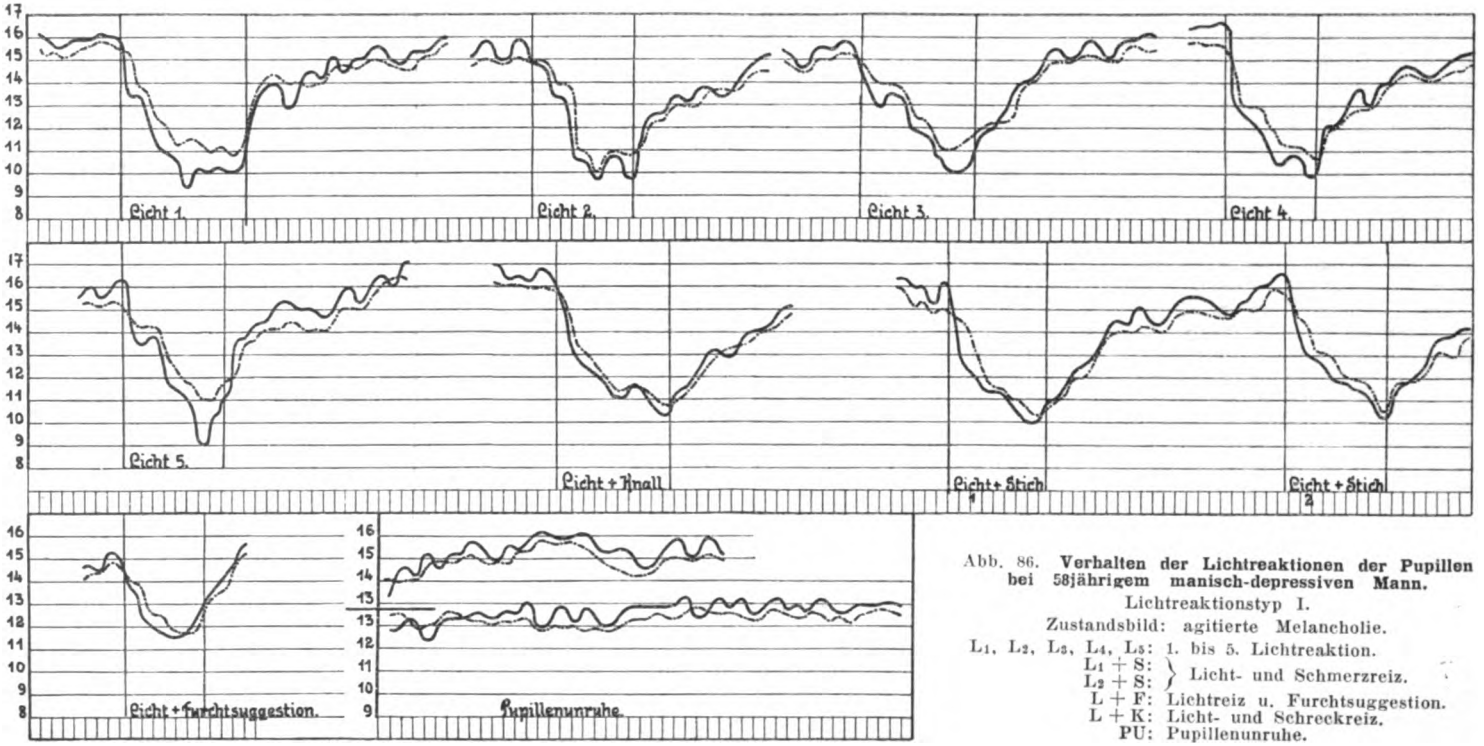


Abb. 86. **Verhalten der Lichtreaktionen der Pupillen bei 58jährigem manisch-depressiven Mann.**

Lichtreaktionstyp I.

Zustandsbild: agitierte Melancholie.

L_1, L_2, L_3, L_4, L_5: 1. bis 5. Lichtreaktion.

$L_1 + S$: $L_2 + S$: Licht- und Schmerzreiz.

L + F: Lichtreiz u. Furchtsuggestion.

L + K: Licht- und Schreckreiz.

PU: Pupillenunruhe.

Digitized by Google

Diese Fälle sind Beispiele normalen Verhaltens der Pupille beim manisch-depressiven Irresein. Sie erschöpfen natürlich nicht die Vielgestaltigkeit der Erscheinungsformen des Pupillenspiels bei Manisch-Depressiven, die nicht weniger bunt ist als beim Gesunden. Ihre vollständige Darstellung würde eine Wiederholung des im ersten Kapitel dargestellten Verhaltens der Pupille beim Gesunden sein, freilich modifiziert durch die Auswirkungen, die von den Anomalien des Affektlebens beim manisch-depressiven Irresein ausgehen. Denn die Auswirkungen dieser Anomalien sind naturgemäß nicht geringer als die Auswirkungen, die von den beim Gesunden vorkommenden Affektschwankungen ausgehen, deren ausschlaggebende Bedeutung für die Ausgestaltung der Form des Lichtreflexes oben Gegenstand ausführlicher Erörterungen gewesen ist.

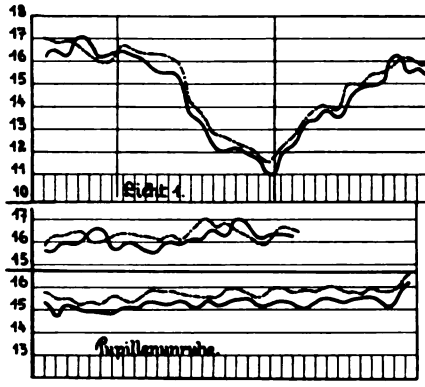


Abb. 87. **Verhalten d. Lichtreaktionen der Pupillen bei 38jähriger manisch-depressiver Frau. Lichtreaktionstyp III.** Zustandsbild: Ideenflüchtige Manie mit Neigung zu Scherzen und erotischen Witzen.
L: Lichtreaktion.
L + K: Licht- und Schreckreiz.
P U: Pupillenunruhe.

Zusammenfassend ist zu sagen:

1. Unter den Lichtreaktionstypen, die wir beim manisch-depressiven Irresein finden, herrscht der Reaktionstyp I vor, die Typen II und III sind seltener, noch seltener ist der Typ IV.

2. Im Rahmen des von der Einzelpersönlichkeit repräsentierten Lichtreaktionstyps entspricht das Verhalten der Lichtreaktion der Pupillen beim manisch-depressiven Irresein im allgemeinen dem, was wir beim Gesunden antreffen.

Digitized by Google

III. Anhang.

a) Beiträge zur Pathologie der Pupillenbewegungen bei extrapyramidalen Erkrankungen.

Wenn wir nach der Besprechung der Pathologie der Pupillenbewegungen bei den endogenen Psychosen uns nunmehr zum Schluß kurz den Pupillenstörungen bei extrapyramidalen Erkrankungen zuwenden, so geschieht das aus zwei Gründen: einmal weil zwischen den in Frage stehenden Pupillenphänomenen bei „funktionellen" Zuständen und den organisch bedingten extrapyramidalen Krankheitsvorgängen Beziehungen bestehen, die freilich ihrem Wesen nach bisher nicht völlig geklärt sind, sodann, weil die zahlreichen bei der Encephalitis epidemica gemachten Erfahrungen *(A. Westphal, A. Meyer, F. Stern* u. a.) die Pupillenphänomene vielleicht auch in lokalisatorischer Hinsicht dem Verständnis näher gebracht haben. *A. Westphal*[1]*)* stellte fest, daß die von ihm bei der Encephalitis epidemica beobachteten Innervationsstörungen der Iris identisch sind mit den bereits bekannten Störungen bei schizophrenen Krankheitsprozessen — wenigstens soweit aus der einfachen klinischen Analyse der Erscheinungen Schlüsse auf ihr Wesen erlaubt sind. Diese Feststellung hat den Blick naturgemäß auf das Corpus striatum und dessen vegetative Zentren gelenkt, durch deren Mitergriffensein die Störungen der sympathischen und parasympathischen Innervation der Pupillen bei beiden Erkrankungsformen — bei der Encephalitis epidemica und anderen extrapyramidalen Erkrankungen (Myoklonus-Epilepsie, Pseudosklerose, doppelseitige Athetose usw.), wie vielleicht auch bei der Schizophrenie — in überzeugender Weise eine Erklärung finden können. Der Umstand, daß die vorübergehende Pupillenstarre bei der Encephalitis epidemica mitunter in ganz elektiver Weise, nur im Zusammenhang mit Krampfzuständen der willkürlichen Augenmuskeln (Orbikulariskrampf, Blickkrämpfe bei Schauanfällen

---

[1]) *A. Westphal,* Pupillenphänomene bei Encephalitis epidemica. Ztschr. f. d. ges. Neur. u. Psych., Bd. 68, sowie Ztbl., Bd. 39. Ferner: Deutsche med. Wochenschr. 1915, Nr. 51.

Digitized by Google

usw.) in die Erscheinung tritt *[A. Westphal*[1]*), F. Stern],* in Verbindung mit den interessanten pharmakologischen Untersuchungen *Hudovernigs,* der die Pupillenstarre bei postencephalitischen Symptomenkomplexen in einer Reihe von Fällen durch Darreichung kleiner Atropindosen zum Schwinden bringen konnte, machen die Annahme, daß striär bedingte Tonusschwankungen der Irismuskulatur die Grundlage und Ursache der uns beschäftigenden Pupillenphänomene sind, sehr wahrscheinlich. Die spärlichen bisher vorliegenden anatomischen Befunde bei verschiedenartigen extrapyramidalen Erkrankungen des Zentralnervensystems (Myoklonus-Epilepsie, Pseudosklerose usw.), in denen abnorme Erscheinungen an den Pupillen während langer Beobachtungszeiten konstant in typischer Weise nachgewiesen werden konnten, und bei denen das Striatum in auffallender Weise mit ergriffen war, sprechen übereinstimmend mit den klinischen Beobachtungen für die striäre Lokalisation der Phänomene, obwohl sie im Hinblick auf die Ausdehnung der Veränderungen bei diesen Erkrankungen nur mit Vorsicht verwertet werden dürfen. *A. Westphal* ist deshalb geneigt, auf Grund der Gesamtheit der klinischen Erfahrungen in den Pupillenphänomenen ein allgemeines Symptom striärer Erkrankungen zu sehen; freilich ist er sich des hypothetischen Charakters dieser Annahme bewußt. Auch *Stern* zählt die Pupillensymptome zu den eigenartigen Teilerscheinungen des amyostatischen Symptomenkomplexes, die im Rahmen dieses Syndroms den besonderen Ausdruck für die Innervationsstörung eines autonom versorgten Muskels darstellen. *Stern* bringt das Symptom der flüchtigen Pupillenstarre — in Übereinstimmung mit *Westphal* — in Beziehungen zu hypothetischen, im Striatum lokalisierten Regulationsmechanismen des Tonus der willkürlichen und autonomen Muskulatur, deren Störung unter bestimmten Bedingungen zu Tonusveränderungen der glatten Irismuskulatur führt; diese Tonusveränderungen erklären in gleicher Weise die wechselnden Spannungszustände der Iris und die Formveränderungen der Pupille ebenso wie die ihnen koordinierten Spannungen anderer Muskeln. *Stern* führt aus, daß „eine Enthemmung der im Subthalamus von *Karplus* und *Kreidl* nachgewiesenen sympathischen Zentren des Dilatator pupillae etwa durch feine Läsionen antagonistischer parasympathischer Bahnen die Störung plausibel machen würde." Auch *Bumke* und *A. Jakob* sind geneigt, die eigenartigen vasovegetativen

[1]) *A. Westphal,* Beitrag zur Ätiologie und Symptomatologie der Parkinsonschen Krankheit und verwandter Symptomenkomplexe. Arch. f. Psych., Bd. 65.

Digitized by Google

und Muskeltonusstörungen mit Einschluß der Pupillenphänomene, welche die Schizophrenie mit der Encephalitis lethargica gemein hat, irgendwie mit den hypothalamischen vegetativen und extrapyramidalen Zentren in Zusammenhang zu bringen, deren Bedeutung für die Pupilleninnervation durch die interessanten Reizversuche *F.H.Lewys* eine weitere Stütze erhalten hat. *Kehrer*[1]) hat die das Wesen der Störung gut kennzeichnende Bezeichnung „Spasmus mobilis" der Pupillen geprägt und die Beziehungen zu der Athetose der quergestreiften Muskulatur, bei welcher — wie Beobachtungen *A. Westphals* und *Löwensteins* zeigen — das Symptom mitunter in schönster Ausbildung festzustellen ist, treffend mit den Worten geschildert: „Hier wie dort sehen wir jenes scheinbar unberechenbare, bald plötzlich, bald langsam auftretende Spiel von Spannung und Entspannung, jenen Wechsel des Form und Richtung gebenden Tonus, bald spontan, bald bei Willkürbewegungen, bald unter irgendwelchen Einflüssen von außen eintreten." Daß unter diesen Einflüssen *psychischen Momenten*, kortikalen Erregungen die wichtigste Rolle zufällt, ist besonders bemerkenswert im Lichte der neueren Forschungen auf diesem Gebiete, welche darauf hinweisen, daß mannigfache, allerdings sehr komplizierte Wechselbeziehungen zwischen Cortex und extrapyramidalem System bestehen und bei verschiedenen physiologischen und pathologischen Entwicklungen und Erscheinungen hervortreten. Die Tatsache, daß die — für die Pupillenphänomene in Betracht kommenden — vegetativen Zentren des Corpus striatum nicht nur durch organische Erkrankungen, „sondern auch durch funktionelle Reize beeinflußt werden können, daß Psyche und organische Erkrankungen die gleichen Apparate beeinflussen können, und daß durch die Psyche das striopallidäre System im besonderen angegriffen werden kann, zumal, wenn ein minderwertiges oder geschädigtes System vorliegt" *(Leyser)*, hat *Löwenstein* veranlaßt, seine Methode der Registrierung der Pupillenbewegungen auf kinematographischem Wege auch auf die extrapyramidalen Erkrankungen auszudehnen, um auf experimentellem Wege festzustellen, unter welchen Umständen die in Frage kommenden Pupillenphänomene bei diesen Erkrankungen durch psychische, sensible oder sensorische Reize hervorgerufen oder beeinflußt werden können, und ob die vornehmlich psychophysische Natur dieser Phänomene, die uns bei der Untersuchung der schizophrenen Zustände in so deutlicher Weise entgegentrat, sich auch bei den extrapyramidalen Erkrankungen nachweisen läßt.

[1]) l. c.

Digitized by Google

1. Postencephalitische Erkrankungen.

Erster Fall: 33jährige Frau, die vor 5 Jahren an „Gehirngrippe“ erkrankt war. Ein Jahr nach der akuten Erkrankung bildete sich langsam ein parkinsonistisches Zustandsbild heraus, das zur Zeit der Beobachtung in typischer Form vorhanden war: ausgesprochene Amimie, Pfötchenstellung beider Hände, feinschlägiges Zittern des Kopfes und der Extremitäten, Salbengesicht, Speichelfluß, Pro- und Retropulsion. Klinisch schien die Lichtreaktion der Pupillen sehr unausgiebig; bei der kinematographischen Darstellung fand sich das Phänomen des Spasmus mobilis in ausgesprochener Form. Wir sehen in der Abbildung 88 in der oberen Zeile unter L_1 und L_2 eine zwar unausgiebige, aber doch deutliche Reaktion, in der unteren Zeile unter L_1 bei gleichen Versuchsbedingungen verzogene Lichtreaktionen ohne nennenswerte Verengerung — praktisch Starre. Auf Schreck- und Schmerzreize sehen wir eine geringe Verminderung des

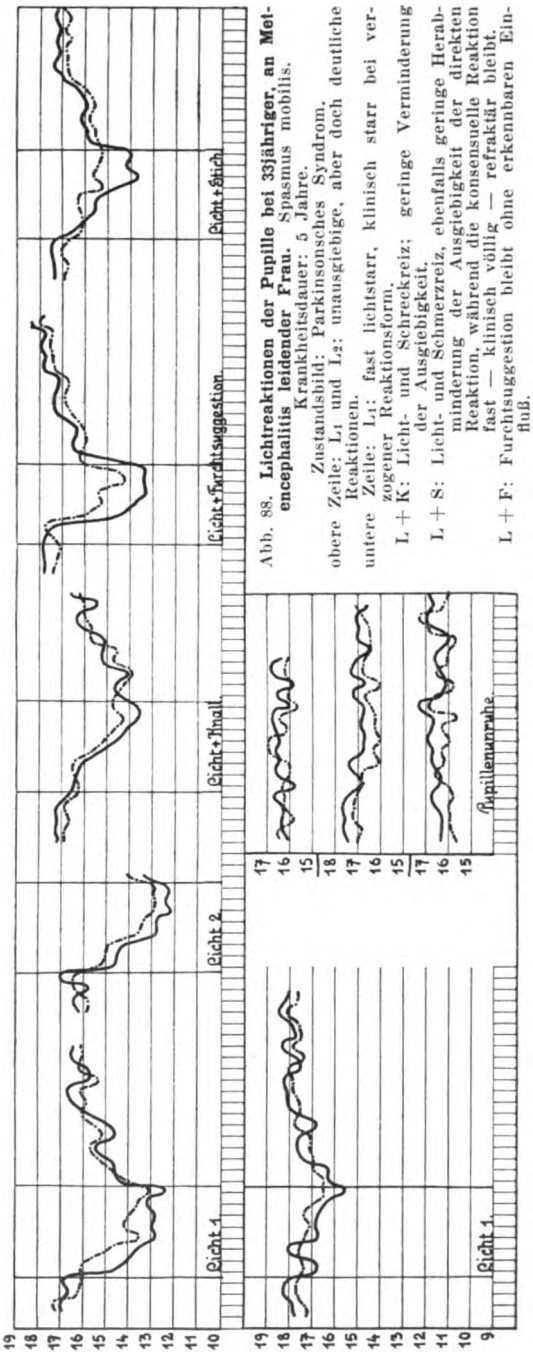


Abb. 88. **Lichtreaktionen der Pupille bei 33jähriger, an Metencephalitis leidender Frau.** Spasmus mobilis. Krankheitsdauer: 5 Jahre. Zustandsbild: Parkinsonsches Syndrom. obere Zeile: L_1 und L_2: unausgiebige, aber doch deutliche Reaktionen. untere Zeile: L_1: fast lichtstarr, klinisch starr bei verzogener Reaktionsform. L + K: Licht- und Schreckreiz; geringe Verminderung der Ausgiebigkeit. L + S: Licht- und Schmerzreiz, ebenfalls geringe Herabminderung der Ausgiebigkeit der direkten Reaktion, während die konsensuelle Reaktion fast — klinisch völlig — refraktär bleibt. L + F: Furchtsuggestion bleibt ohne erkennbaren Einfluß.

Digitized by Google

direkten Lichtreflexes, während die konsensuelle Reaktion unter dem Einfluß des Schmerzreizes fast ausbleibt. Furchtsuggestionen können den Lichtreflex nicht erkennbar beeinflussen. Die Pupillenunruhe

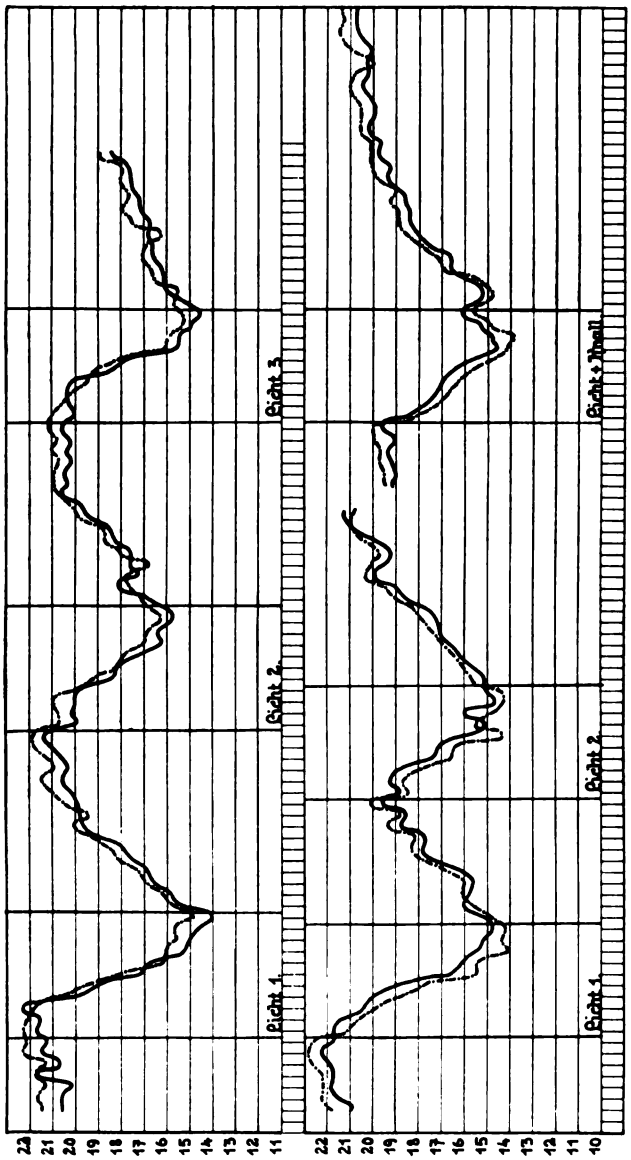


Abb. 89. **Lichtreaktionen der Pupillen bei 34jährigem, an Metencephalitis leidenden Mann.** Keine neurologischen Ausfallserscheinungen. Neurotonische Reaktion, die bei Ermüdung oder bei Belastung der Lichtreaktion mit psychischen Reizen oder Suggestionen deutlicher wird.
obere Zeile: L_1, L_2, L_3: Lichtreize.
untere Zeile: L_1, L_2: Lichtreize.
L + K: Licht- und Schreckreis.

zeigt sich wechselnd stark ausgebildet, zu Zeiten findet sie sich lebhaft, zu anderen Zeiten träge — eine Erscheinung, die eine vollständige Analogie zum Verhalten des Lichtreflexes aufweist.

Digitized by Google

Zweiter Fall: 34jähriger Mann, der an Metencephalitis leidet; Schlafverschiebung, aber keine neurologischen Ausfallserscheinungen, insbesondere auch keine Störungen der Motorik. Die Lichtreaktionen der Pupille scheinen klinisch prompt und ausgiebig, sind aber bei der kinematographischen Analyse dadurch ausgezeichnet (Abb. 89), daß die Wiedererweiterung träge wird (neurotonische Reaktionen), und zwar um so mehr, je mehr man die Lichtreaktion ermüdet, das heißt je mehr Lichtreize nacheinander gesetzt werden. Auch durch psychische Reize, insbesondere durch Schreckreize, wird die neurotonische Komponente verstärkt. Bei der durch psychische Reize nicht beeinflußten Reaktion ist gelegentlich die Treppenform des Abstieges innerhalb der Kontraktionskomponente auffallend.

Dritter Fall: Eine ausgesprochen neurotonische Reaktion, das heißt eine auffallend langsame Wiedererweiterung finden wir in der Abb. 90. In diesem Falle ist die neurotonische Reaktion dadurch ausgezeichnet, daß die Kontraktion bei L_1 auffallend prompt sich vollzieht und auch bei L_2 relativ prompt blieb, bei L+K aber, als die Wiedererweiterungsphase durch einen Schreckreiz erneut verlängert wurde, auch eine hochgradige Verlängerung der Latenzzeit erfuhr. So entsteht eine Andeutung des Reaktionstyps, den wir weiter unten als *tonohaptische* Reaktion *(O. Löwenstein)* bezeichnen, und der dadurch ausgezeichnet ist, daß eine lange Latenzzeit einer trägen oder prompten Kontraktion voraufgeht,

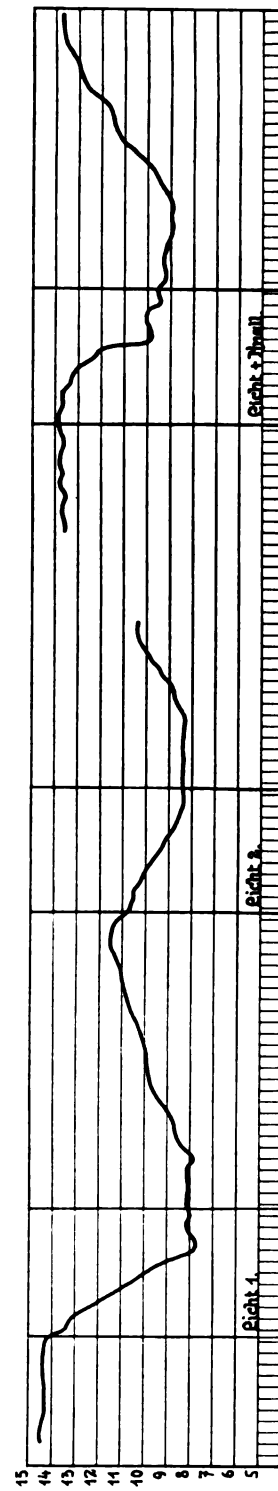


Abb. 90. 15jähriges Mädchen. Metencephalitis. Schweres parkinsonistisches Zustandsbild. L_1, L_2: stark ausgesprochene neurotonische Reaktion. L. + K: bei Kombination von Licht- und Schreckreiz Vermehrung der neurotonischen Komponente bei gleichseitiger starker Verlängerung der Latenzzeit.

Digitized by Google

während die Wiedererweiterung auffallend träge ist und ebenfalls eine längere Latenzzeit erfordert. Die „tonohaptische Reaktion“ hat am ehesten Beziehungen zu der von *Kehrer* als Tonostatus bezeichneten Reaktionsform, ohne aber mit dieser identisch zu sein. Die Abbildung 90 zeigt, wie eine gesteigerte Ermüdbarkeit des Lichtreflexes oder gar ein Spasmus mobilis durch die langsame Wiedererweiterung dieser neurotonischen Reaktion vorgetäuscht werden kann, nämlich in allen solchen Fällen, in denen der zweite Lichtreiz gesetzt wird, noch bevor die Pupillen ihre ursprüngliche Weite wiedererlangt haben. Es handelt sich um ein 15jähriges Mädchen, das im Alter von 6 Jahren an Encephalitis epidemica erkrankte und im unmittelbaren Anschluß daran Gehstörungen und Doppeltsehen aufwies. Zur Zeit der Untersuchung fand sich ein typischer und vorgeschrittener Parkinsonismus mit Propulsion und Retropulsion, Schütteltremor der linken Hand, amimischem Salbengesicht, wechselndem Tonus der

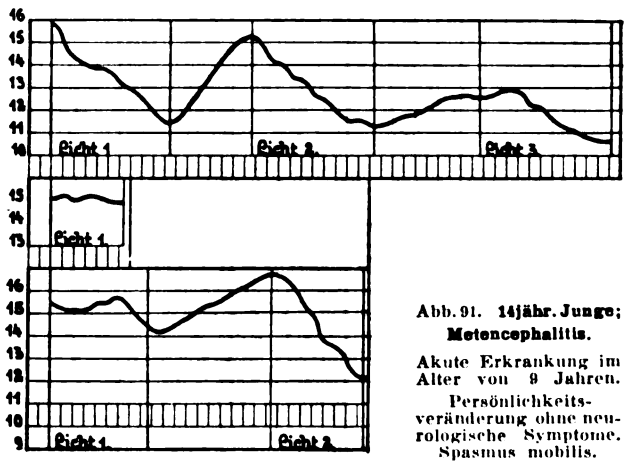


Abb. 91. 14jähr. Junge; Metencephalitis.

Akute Erkrankung im Alter von 9 Jahren. Persönlichkeitsveränderung ohne neurologische Symptome. Spasmus mobilis.

obere Zeile L_1: träge, aber ausgiebige Lichtreaktion.
mittlere Zeile L_1: Lichtstarre.
untere Zeile L_1: Lichtstarre (paradoxe Erweiterung).
obere u. un- L_2: träge Kontraktion, sehr unausgiebig, lange Latenzzeit.
tere Zeile $/L_2$: träge Kontraktion, ausgiebige Reaktion.

Extremitätenmuskulatur, zeitweise auftretenden Blickkrämpfen und Akkomodationsstörungen beim Blick in die Nähe. Die Sehnenreflexe waren lebhaft, die Pupillen reagierten klinisch gut auf Licht und Konvergenz. In psychischer Hinsicht fand sich eine ausgesprochene Charakterveränderung mit hochgradiger Reizbarkeit, Zanksucht, Neigung zu Aggressionen gegen die Umgebung und gesteigerter Triebhaftigkeit, besonders in sexueller Hinsicht.

Vierter Fall: Einen ausgesprochenen Spasmus mobilis zeigt der Fall, der in Abb. 91 dargestellt ist. Wir sehen unter L_1, in

Digitized by Google

drei verschiedenen Versuchsreihen dargestellt, drei verschiedene Reaktionsformen: die oberste zeigt eine ausgiebige, wenn auch etwas träge Reaktion, die beiden unteren zeigen Lichtstarre. An die Lichtstarre der unteren Zeile schließt sich bei der folgenden Reaktion unter L_2 eine Lichtreaktion an, die nach Form und Intensität der Reaktion 1 in der oberen Zeile entspricht. Auch hier handelt es sich um neurotonische Reaktionen, die unter L_3 der oberen Zeile dadurch eine Starre oder doch eine große Unausgiebigkeit der Lichtreaktion vortäuschen, daß der Lichtreiz in einem Augenblick gesetzt wurde, in dem die Wiedererweiterung noch nicht vollendet war. Hier fällt übrigens die lange Latenzzeit auf, während sich eigentümlicherweise

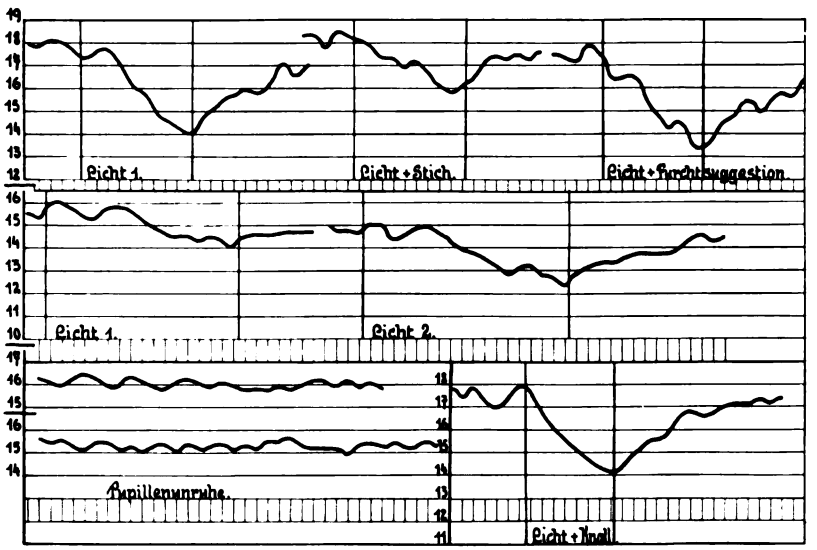


Abb. 92. **16jähriger Junge. Metencephalitis.**
Akute Erkrankung im Alter von 5 Jahren. Persönlichkeitsveränderung. Spasmus mobilis.
L_1 (obere Zeile): träge Reaktion.
L_1 (zweite Zeile): Lichtstarre.
L_2 (zweite Zeile): minimale Reaktion, klinisch Lichtstarre.
L + S (obere Zeile): minimale Reaktion.
L + F (obere Zeile): stärkere Reaktion.
L + K (dritte Zeile): stärkere Reaktion.
Pupillenunruhe: träge und flach.

die Wiedererweiterung prompter vollzieht als vorher im Anschluß an L_2. Der Fall betraf einen 14jährigen Jungen, der im Alter von drei Jahren an „Gehirngrippe" erkrankt war. Das akute Stadium, in dem er dauernd benommen war und meistens schlief, dauerte 3 Wochen. Er soll dann wieder ganz gesund geworden sein, aber 2 Jahre später, das heißt im Alter von 5 Jahren, eine zweite fieberhafte Erkrankung durchgemacht haben, die mit allgemeiner Unruhe und Krämpfen

Digitized by Google

einherging. Im Anschluß an diese Erkrankung soll eine deutliche Wesensveränderung aufgetreten sein. Der Kranke wurde außerordentlich ängstlich und anschlußbedürftig. Im Verlaufe der weiteren Entwicklung bildete sich eine deutliche Persönlichkeitsveränderung heraus; der Kranke wurde charakterlich schwierig, war unruhig in seinem Wesen, laut und unbeherrscht und neigte zum Umhertreiben. Neurologisch fanden sich tickartige Zuckungen im Bereiche der linken Gesichtshälfte, sonst kein pathologischer Befund. Wohl aber hatte sich im Laufe der letzten Jahre eine reichliche Vermehrung des Fettgewebes entwickelt, während die Genitalien auffallend unentwickelt blieben. Das Zustandsbild machte den Eindruck eines mäßigen Grades von Dystrophia adiposogenitalis.

Fünfter Fall: 16jähriger Junge, der im Alter von 5 Jahren an Encephalitis epidemica erkrankte, er schlief ununterbrochen 14 Tage lang, mußte auch zum Essen geweckt werden, zeigte aber kein Fieber. Im Anschluß an diesen Zustand Auftreten von Strabismus und Doppelsehen, aber keine sonstigen somatischen Störungen. Zur Zeit der Untersuchung fand sich neurologisch außer einem linksseitigen Strabismus divergens keine Störung. Wohl aber fand sich eine hochgradige Persönlichkeitsveränderung, die gekennzeichnet war durch gemütliche Stumpfheit bei hochgradiger Ablenkbarkeit, Steigerung der psychischen Reizbarkeit, Interesselosigkeit, Zerfahrenheit des Denkens. Während die klinische Untersuchung keine Störungen im Bereiche des Pupillenspiels ergab, fand sich (Abb. 92) ausgesprochener Spasmus mobilis, insofern sich zu Zeiten eine prompte Lichtreaktion der Pupille, zu anderen Zeiten ausgesprochene Lichtstarre fand. Lichtstarre war auch durch Schmerzreize zu erzeugen, nicht aber durch Furchtsuggestionen und durch Schreckreize. Die Pupillenunruhe war im allgemeinen träge.

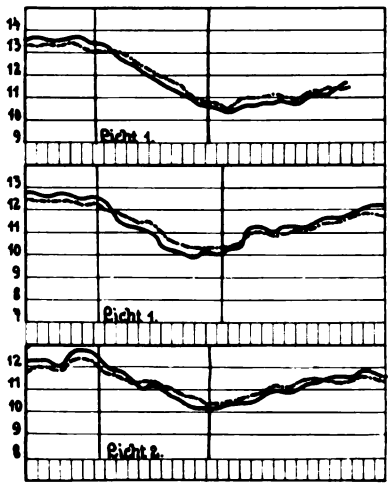


Abb. 93.
11jähriger Junge; Folgezustand von frühkindlicher Encephalitis.
Schlafverschiebung, Parkinsonismus.
L_1 (erste Zeile) } unausgiebige, sehr
L_1 (zweite Zeile) } träge Lichtreaktion.
L_2 (dritte Zeile) }

Sechster Fall: Eine auffallend träge und unausgiebige Verengerung, die eine ebenso träge Wiedererweiterung im Gefolge hatte, zeigte ein 11jähriges Kind (Abb. 93), das im Alter von einem halben

Digitized by Google

Jahre an Grippe mit hohem Fieber erkrankte. Im Anschluß an die Erkrankung Schlafverschiebung, insofern das Kind ein Jahr lang nachts gar nicht schlief, wohl aber am Tage in unregelmäßigen Abständen einschlief, oft sogar beim Gehen. In der Schule fiel das Kind durch seine hochgradige Unruhe auf. Zur Zeit der Untersuchung fanden sich choreatische Bewegungen in Gesicht und Extremitäten, die seit einem halben Jahre bestehen sollen, und die sich bei affektiver Beanspruchung deutlich verstärkten. Daneben fand sich ein eigenartiges, rhythmisches Herunterziehen des Unterkiefers. Der Muskeltonus war im Bereiche des linken Armes vermehrt; beim Gehen und Stehen Parkinsonhaltung mit leichter Propulsion. Ausgesprochene Amimie. Die Intelligenz war nicht herabgesetzt.

2. Chorea-Athetose,
kompliziert durch spastische Paraparese der unteren Extremitäten (Littlesche Krankheit).

11jähriger Junge. Von einer Geburtsschädigung nichts bekannt. Litt seit frühester Kindheit an Schwäche in beiden Beinen, die sich allmählich zu einer spastischen Paraparese steigerte und Equinus-

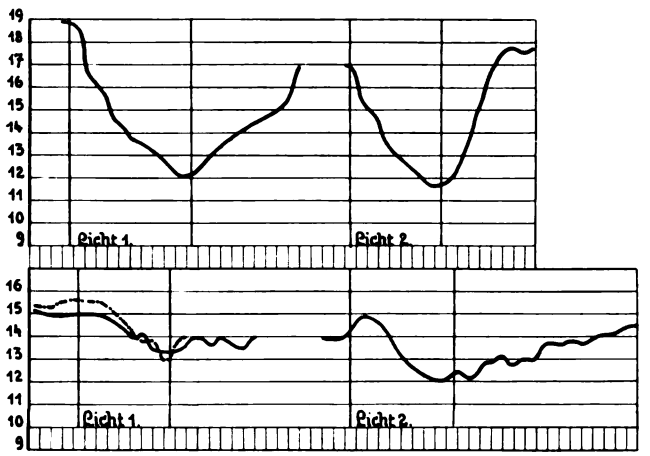


Abb. 94. **11jähriger Junge. Chorea-Athetose, kompliziert durch Littlesche Krankheit.** Spasmus mobilis.
obere Zeile: L_1, L_2: prompte und ausgiebige Reaktionen.
untere Zeile: L_1: Lichtstarre (Spasmus mobilis).
L_2: nach initialer Erweiterung sehr unausgiebige Verengerung mit nachfolgender äußerst träger Wiedererweiterung.

varus-Stellung der Füße ausbildete. Keine spastischen Reflexe. Im Vordergrund des Krankheitsbildes steht eine choreatische Bewegungsstörung, die am stärksten in den oberen Extremitäten, schwächer in Beinen, Rumpf und Gesichtsmuskulatur ausgeprägt ist. Die Bewe-

Digitized by Google

gungen haben mitunter einen langsam drehenden, an Athetose erinnernden Charakter. Sprache durch die choreatischen Bewegungen stark gestört. Im übrigen neurologisch keine Abweichungen von der Norm. Psychisch besteht eine ausgesprochene Affektlabilität mit erheblicher Steigerung der choreatischen Bewegungen bei jeder affektiven Erregung. Keine erheblicheren Intelligenzstörungen. Wie sich aus Abbildung 94 L_1 und L_2 (obere Zeile) ergibt, zeigte der Kranke im allgemeinen prompte und ausgiebige Lichtreaktionen. Gelegentlich aber zeigte sich Lichtstarre, wie sie unter L_1 in der zweiten Zeile der Abbildung 94 wiedergegeben ist. Daß es sich dabei um einen echten Spasmus mobilis handelt, zeigt deutlich die Reaktion auf den zweiten Lichtreiz L_2, die in der zweiten Zeile abgebildet, wesentlich stärker ist und neurotonische Form aufweist.

3. Allgemeine Athetose bei Dystrophia musculorum progressiva[1]).

12jähriger idiotischer Knabe. Geburt soll normal gewesen sein, ohne Kunsthilfe. Die vier Reaktionen im Blut und Liquor waren negativ. In früher Kindheit wiederholt fieberhafte Erkrankungen (Grippe?). Soll von Geburt an stark grimassiert haben; die jetzt vorhandenen Bewegungsstörungen an Rumpf und Extremitäten sollen erst nach dem 7. Lebensjahr aufgetreten sein. Patient bietet zur Zeit der Untersuchung das charakteristische Bild einer doppelseitigen Athetose: lebhaftes Grimassieren mit wurmförmigem Herumwälzen der Zunge und Ausstoßen von schnalzenden Lauten. Athetotische Bewegungen der ganzen Körpermuskulatur, die besonders bei allen psychischen oder somatischen Reizen (Schreck, Nadelstiche usw.) in die Erscheinung treten, um bei völliger Ruhe für längere oder kürzere Zeit zu verschwinden. Hand in Hand mit den athetotischen Bewegungen geht ein Spasmus mobilis der Pupillen, die bei ruhigem Verhalten des Kranken beim Nachlassen der athetotischen Muskelspannungen im allgemeinen prompt reagieren, aber keineswegs immer; bei Wiederauftreten der athetotischen Bewegungen wird der Spasmus mobilis stets wieder deutlich; dabei wechseln Pupillenstarre, prompte und träge Reaktionen, bald einseitig, bald doppelseitig miteinander ab.

Die Untersuchung der Muskeln ergibt: Flügelförmiges Abstehen der Schulterblätter; lockere Schultern mit dem charakteristischen

[1]) Dieser Fall ist von *A. Westphal* in seiner Veröffentlichung „Weiterer Beitrag zur Frage Dystrophia musculorum progressiva und extrapyramidaler Symptomenkomplex", Klin. Wochenschr. 1927, Jahrg. 5, beschrieben worden.

Digitized by Google

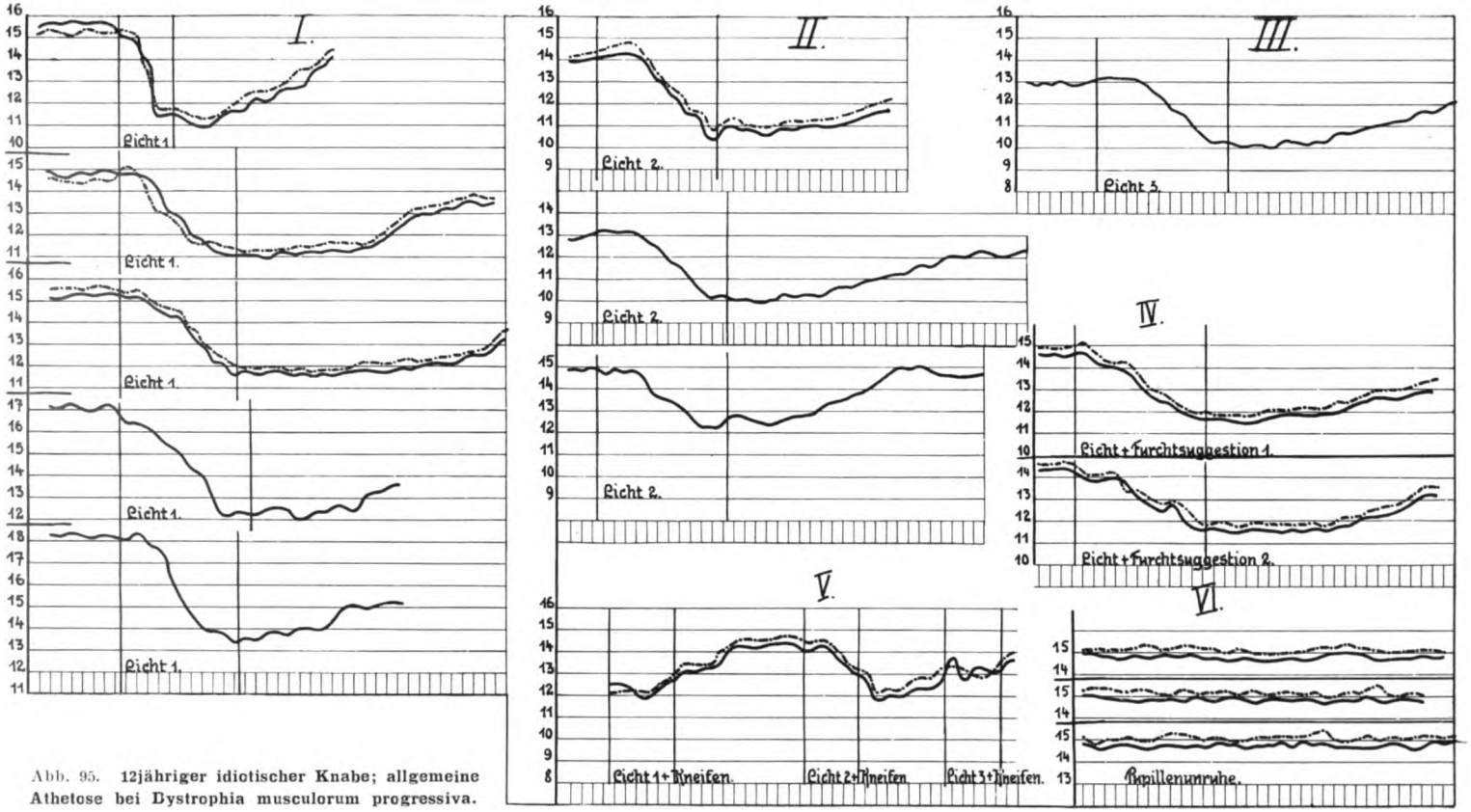


Abb. 95. 12jähriger idiotischer Knabe; allgemeine Athetose bei Dystrophia musculorum progressiva.

Lichtstarre der Pupillen im allgemeinen während der Dauer der athetotischen Bewegungen außerhalb der athetotischen Bewegungen prompte Lichtreaktion. Die obenstehenden Bilder wurden außerhalb des athetotischen Anfalles aufgenommen.

I. 5 L_1: aus fünf verschiedenen Versuchsreihen. Starke Differenzen der Form, weniger der Ausgiebigkeit der fünf abgebildeten Lichtreflexe.
II. L_2: aus drei verschiedenen Versuchsreihen.
III. L_3: in ihrer Versuchsreihe dritte Lichtreaktion.
IV. $L + F_1$: } Lichtreaktion bei suggestiv erzeugtem Furchtzustand.
$L + F_2$: }
V. Die Versuchsperson wurde in die Haut des Rückens gekniffen, während 3 Lichtreize gesetzt wurden.
L_1: Lichtstarre; allmählich sich entwickelnde Pupillenerweiterung.
L_2: mäßige und träge Verengerung nach langer Latenzzeit.
L_3: Lichtstarre.
VI. Pupillenunruhe; flach und träge.

Digitized by Google

Bilde der scapulo-humeralen Form der Dystrophia musculorum progressiva.

Die Lichtreaktion wurde außerhalb des athetotischen Anfalles kinematographisch registriert. Wir sehen in der Abbildung 95 fünf untereinander verschiedene Reaktionen auf einen erstmaligen Lichtreiz. Sämtliche Reaktionen sind ausgezeichnet dadurch, daß sie erst nach längerer Latenzzeit einsetzen. Die Kontraktionsphase als solche erfolgt entweder prompt, wie das in der obersten Zeile der abgebildeten Lichtreaktionen der Fall ist, oder weniger prompt oder sogar ausgesprochen träge, um alsdann — nachdem die Pupille ihre größte Enge erreicht hat — auch dann noch längere Zeit im Stadium stärkster Kontraktion zu verharren, nachdem der Lichtreiz an und für sich nicht mehr wirksam war. Wir bezeichnen diese Reaktion, die dadurch ausgezeichnet ist, daß der jeweilige Tonus ungewöhnlich lange festgehalten wird, solange sich die Pupille in Ruhe befindet, jedoch derart, daß die Pupillenbewegung als solche nicht nennenswert beeinflußt erscheint, als *tonohaptische* Reaktion *(O. Löwenstein)*. Die Pupille erscheint in ihrem jeweiligen Tonus verhaftet, solange sich die Irismuskulatur in Ruhe befindet, um sich normal zu verhalten, sobald eine Bewegung eingesetzt hat. Von Ermüdungsvorgängen erscheint das spezifisch Tonohaptische unabhängig. Durch Kneifen konnte im vorliegenden Falle Pupillenstarre und sogar eine paradoxe Erweiterung der Pupille bei Lichteinfall erzeugt werden, während Schreck- und Schmerzreize oder Furchtsuggestionen die Reaktion der Pupille nicht nennenswert beeinflussen konnten.

4. Huntingtonsche Chorea.

Erster Fall: 58 Jahre alte Frau. Beginn des Leidens im 30. Lebensjahre. Zur Zeit der Untersuchung ausgedehnte choreatische Zuckungen in Gesicht, Rumpf und Extremitäten. Bewegungen langsam, zeigen drehenden Charakter und gehen mit ausgeprägter tonischer Nachdauer der Muskelkontraktionen einher. Der Gang ist schwerfällig, trippelnd und tänzelnd.

Zweiter Fall: Tochter der vorigen, 23 Jahre alt. Vier Geschwister der Kranken sind gesund, eine Schwester soll an Huntingtonscher Chorea gestorben sein, ein noch lebender Bruder soll noch daran leiden. Seit dem 8. Lebensjahr allmählich zunehmende Muskelunruhe. Der Gang wurde unsicher, die Sprache gestört. Seit dem 12. Lebensjahr findet sich ein ausgesprochen choreatisches Zustandsbild. Die neurologische Untersuchung ergab schwere choreatische Bewegungs-

Digitized by Google

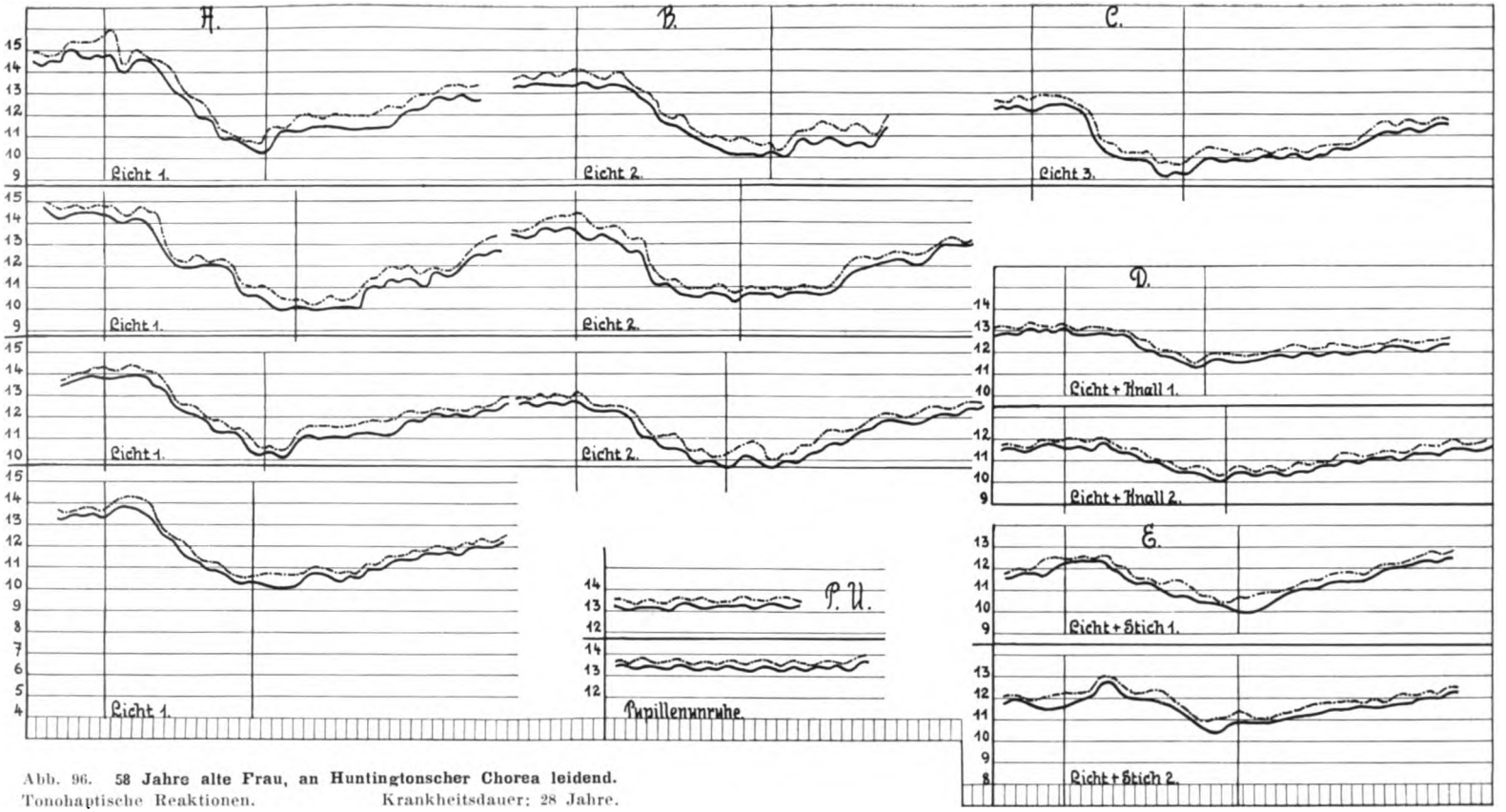


Abb. 96. **58 Jahre alte Frau, an Huntingtonscher Chorea leidend.**
Tonohaptische Reaktionen. Krankheitsdauer: 28 Jahre.

A: Die jeweils ersten Lichtreaktionen (L_1) aus 4 verschiedenen Versuchsreihen. Sehr unausgiebige und träge Reaktionen.
B: Die jeweils zweiten Lichtreaktionen (L_2) aus 3 verschiedenen Versuchsreihen. Reaktionen noch unausgiebiger.
C: Dritte Lichtreaktion einer Versuchsreihe.

D: $L + K_1$: } sehr flache Reaktion; klinisch Lichtstarre.
$L + K_2$: }
E: $L + S_1$: Lichtstarre.
$L + S_2$: nahezu Lichtstarre.
P. U.: Sehr träge und flache Pupillenunruhe.

Digitized by Google

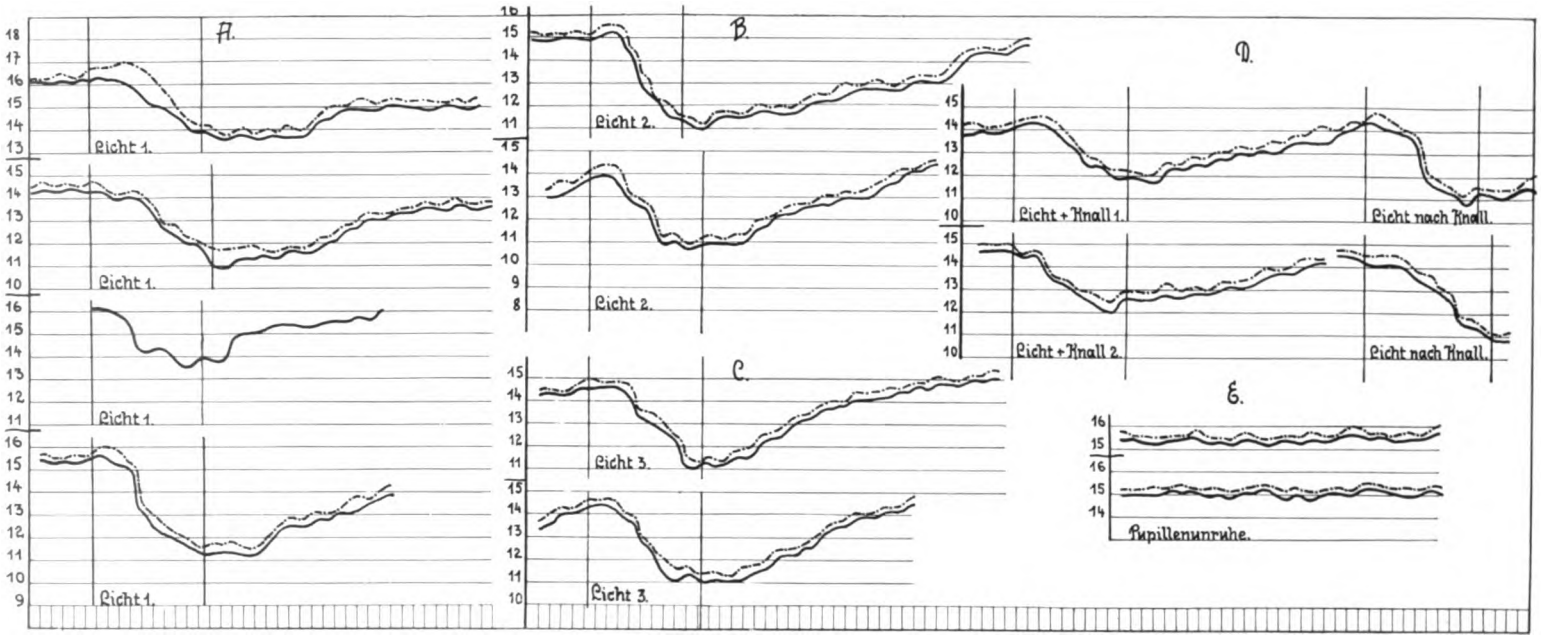


Abb. 97. **23 Jahre altes Mädchen, an Huntingtonscher Chorea leidend.**
Tochter der Versuchsperson der Abb. 96.
Krankheitsdauer: 15 Jahre. Tonohaptische Reaktionen.

A. Die jeweils ersten Lichtreaktionen (L_1) aus 4 verschiedenen Versuchsreihen. Reaktionen weniger unausgiebig und träge als in den entsprechenden Versuchen der Abb. 96. Stärkerer Wechsel in Form und Ausgiebigkeit als in Abb. 96.
B. Die jeweils zweiten Lichtreaktionen (L_2) aus 2 verschiedenen Versuchsreihen.
C. Die jeweils dritten Lichtreaktionen (L_3) aus 2 verschiedenen Versuchsreihen.
D. $L + K_1$, $L + K_2$ } flache Reaktionen.
L nach K_1, L nach K_2 } weniger flache Reaktionen.
P.U. Sehr flache und träge Pupillenunruhe.

Digitized by Google

störungen in Gesicht, Rumpf und Extremitäten von demselben Charakter wie bei der Mutter, aber stärker ausgeprägt. Rüsselförmiges Vorwölben der Lippen, stark verwaschene Sprache. Pupilleninnervationsstörung klinisch nicht beobachtet. In psychischer Hinsicht war die Kranke reizbar und affektlabil, aber ohne ausgesprochenen Defekt auf intellektuellem Gebiet.

Beide Fälle zeigen ausgesprochene tonohaptische Reaktionen, jedoch mit der Maßgabe, daß bei der Tochter der Wechsel in der Intensität der Lichtreaktion ausgesprochener war als bei der Mutter (Spasmus mobilis). Andererseits konnte bei der Mutter durch psychische Reize, insbesondere durch Schreck- und Schmerzreize Lichtstarre leichter und ausgeprägter erzeugt werden als bei der Tochter. Die Pupillenunruhe war bei der Mutter im allgemeinen träger als bei der Tochter (vgl. Abbildung 96 Mutter, Abbildung 97 Tochter).

5. Krampus-„Neurose".

35jähriger Mann, der seit etwa 10 Jahren an Krampfzuständen leidet, die mit Schmerzen im rechten Arm beginnen und zu starken tonischen Anspannungen in der Muskulatur der rechten oberen Extremität führen, dann auf das rechte Bein übergehen und auch die rechte Gesichtsmuskulatur betreffen. Die Anfälle sollen gelegentlich mit Bewußtlosigkeit einhergehen. Die Anfälle treten auch im Schlaf auf; sie dauern 1 bis 2 Minuten und gehen mit heftigen Schmerzäußerungen einher. Diagnose: Krampus-„Neurose".

Auch dieser Fall zeigte deutliche tonohaptische Reaktionen, wenn auch weniger ausgesprochen als der vorige Fall. Die tonohaptischen Reaktionen konnten auch hier dadurch zur besseren Ausprägung gebracht werden, daß wir psychische Reize setzten. Der Fall war bemerkenswert dadurch, daß die konsensuelle Lichtreaktion der Pupillen stärker war als die direkte, gleichgültig, ob der Lichtreiz das rechte oder das linke Auge betraf (Abb. 98).

6. Myoklonus-Epilepsie.

30jähriger Kranker[1]), angeblich keine hereditäre Belastung. Nichts über „Anfälle" oder Zuckungen bei Familienmitgliedern zu erfahren. Die jetzt bestehenden, den Kernpunkt des Krankheitsbildes darstellenden Zuckungen sollen schon im Knabenalter begonnen

[1]) Dieser Fall ist von *A. Westphal* in der 102. ordentl. Generalversammlung des Psychiatrischen Vereins der Rheinprovinz (25. 6. 1927) in Bonn klinisch demonstriert worden. Referat: Archiv f. Psychiatrie, Bd. 81, S. 777).

Digitized by Google

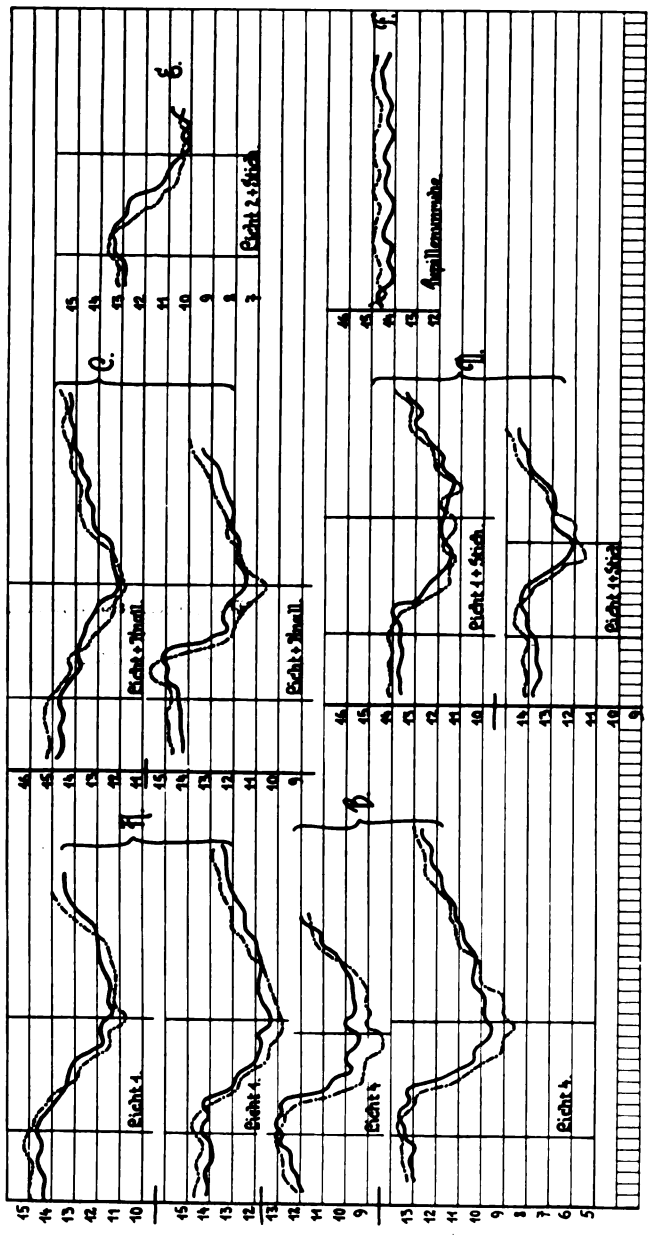


Abb. 98. 35jähriger Mann, der an Crampus-„Neurose" leidet.
Tonohaptische Reaktionen. Die konsensuelle Reaktion findet sich überall ausgiebiger als die direkte.
A. Die jeweils ersten Lichtreaktionen (L_1) in zwei verschiedenen Versuchsreihen.
B. Die jeweils vierten Lichtreaktionen (L_4) in zwei verschiedenen Versuchsreihen.
C. $L + K$ in zwei verschiedenen Versuchsreihen. In der oberen Reihe stärkere Hemmung als in der unteren.
D. $L_1 + S$ in zwei verschiedenen Versuchsreihen.
E. $L_2 + S$.
P.U. Pupillenruhe.

haben und dem Auftreten der epileptischen Anfälle vorausgegangen sein. Es handelt sich um fast dauernd bestehende Muskelzuckungen von sehr verschiedener Stärke und wechselnder Intensität. Die Zungen- und Schlundmuskulatur nimmt an den Zuckungen teil.

Digitized by Google

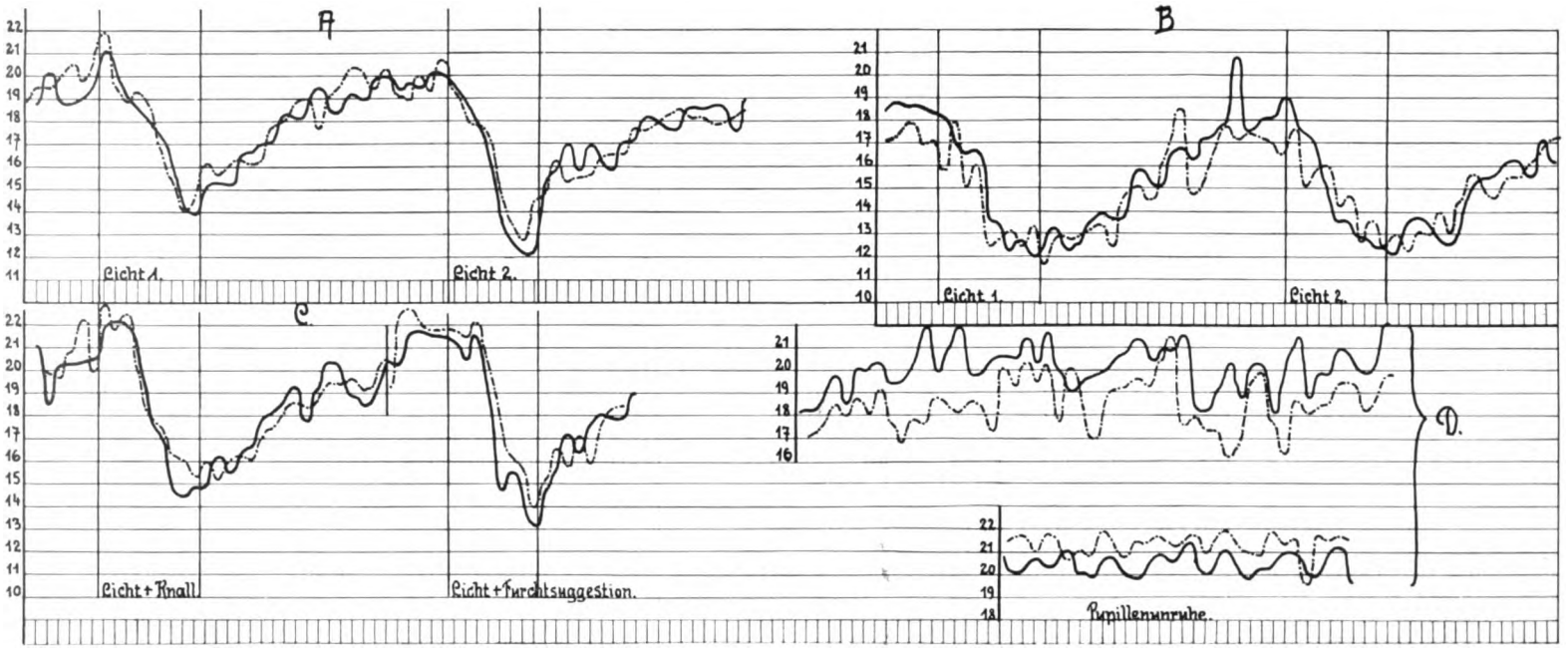


Abb. 99. **30jähriger Mann, an Myoklonus-Epilepsie leidend.**
Krankheitsdauer: seit dem Knabenalter.

A. L_1 und L_2: Verschiedenheiten in der Form untereinander.
B. L_1 und L_2: Verschiedenheiten gegenüber der in A abgebildeten Reihe. Treppenförmiger Abfall der konsensuellen Reaktionen.
C. L + K.
L + F.
P.U. Pupillenunruhe mit ungewöhnlich starken Ausschlägen.

Digitized by Google

Schwere epileptische Anfälle schieben sich in unregelmäßigen Intervallen ein. Keine Pyramidenbahnsymptome. Die vier Reaktionen in Blut und Liquor sind negativ. Das Symptom des Spasmus mobilis der Pupillen ist mit Deutlichkeit nachweisbar, um bei dem häufig zu beobachtenden zeitweiligen Nachlassen der myoklonischen Zuckungen mehr zurückzutreten oder zu verschwinden.

Während klinisch dieser Spasmus mobilis beobachtet wurde, konnte die kinematographische Untersuchung das Vorliegen von Spasmus mobilis nicht aufdecken. Es fanden sich vielmehr Reaktionen, die nach relativ kurzer Latenzzeit eine besonders prompte und ausgiebige Verengerung der Pupillen zeigten; nur gelegentlich — besonders wenn psychische Reize wirksam waren — fand sich die Latenzzeit verlängert. Die Wiedererweiterung vollzog sich meistens, aber nicht immer, sehr langsam; vielfach trat in der graphischen Darstellung die Wiedererweiterung als treppenförmiger Anstieg in die Erscheinung. Die konsensuelle Lichtreaktion war dadurch ausgezeichnet, daß sie gelegentlich, wenn auch durchaus nicht immer, schon in der Kontraktionsphase treppenförmig abzufallen schien (vgl. Abb. 99 B). Vergleicht man in Abb. 99 die in der ersten Zeile wiedergegebenen L_1- und L_2-Reaktionen miteinander, so fällt die große Verschiedenheit in der Form der Lichtreaktionen auf. Ganz besonders auffallend aber ist die Form der Pupillenunruhe, die sich außerordentlich intensiv gestaltet, so intensiv, wie wir sie bei keinem anderen Fall beobachten konnten. Dahingegen blieben psychische Reize, insbesondere Schreck- und Schmerzreize, sowie Furchtsuggestionen ohne erkennbaren Einfluß auf die Form des Lichtreflexes.

b) Besondere Fälle.

1. Myasthenia pseudoparalytica gravis.

25jähriges Mädchen. Die früher gesunde Patientin fühlt seit 3 bis 4 Monaten eine Schwäche der linken Hand, so daß sie schon nach geringen Anstrengungen starke Ermüdung verspürt. Allmählich wird auch der rechte Arm von dieser Ermüdbarkeit betroffen, seit etwa 3 bis 4 Wochen auch die unteren Extremitäten. Nach kurzen Ruhepausen schwindet die Ermüdung. Seit einiger Zeit wird die Zunge schwer beim Sprechen und die Augenlider fallen oft zu. Die Untersuchung ergibt ausgesprochene Ermüdbarkeit in Extremitäten- und Rumpfmuskulatur, die nach Ruhepausen schwindet. Die befallenen Muskeln zeigen myasthenische Reaktion: die Oberlider hängen herab.

Digitized by Google

Die Pupillenreaktion auf Licht ist etwas träge, zeigt in auffallender Weise ein wechselndes Verhalten, was sich auch am Pupillo-

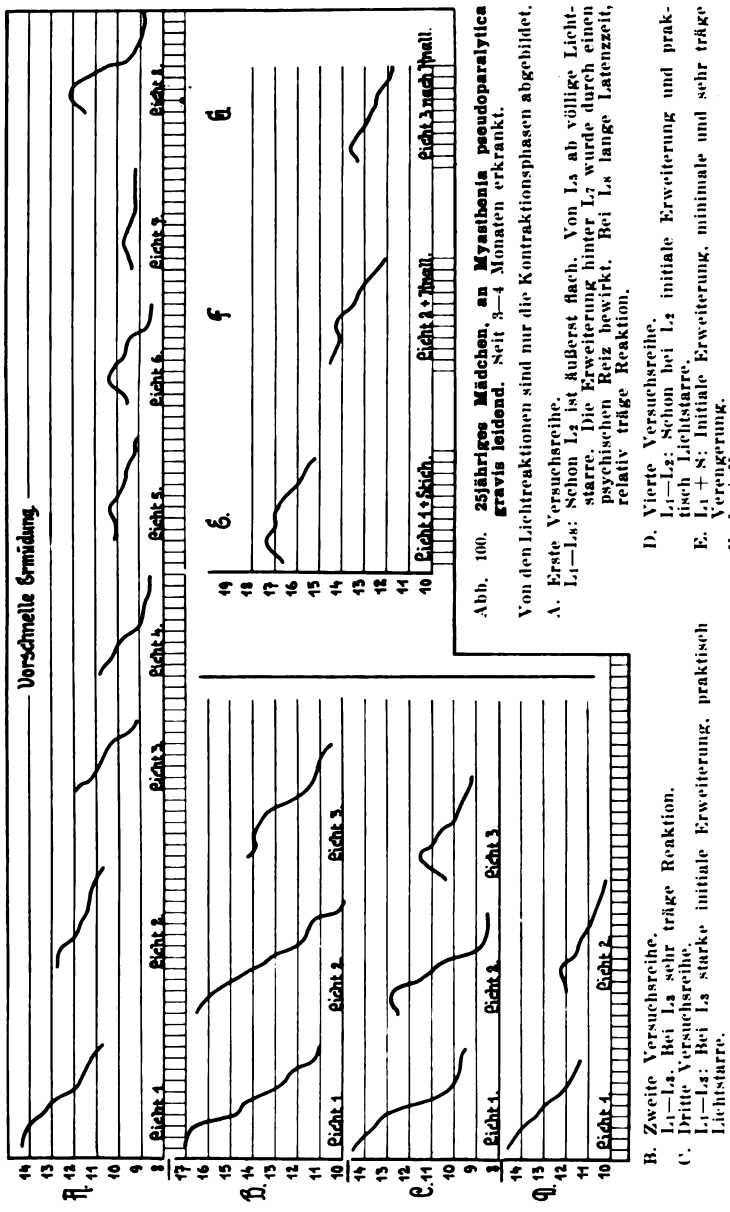


Abb. 100. **25jähriges Mädchen, an Myasthenia pseudoparalytica gravis leidend.** Seit 3—4 Monaten erkrankt.

Von den Lichtreaktionen sind nur die Kontraktionsphasen abgebildet.

A. Erste Versuchsreihe.
L_1—L_8: Schon L_2 ist äußerst flach. Von L_3 ab völlige Lichtstarre. Die Erweiterung hinter L_7 wurde durch einen psychischen Reiz bewirkt. Bei L_8 lange Latenzzeit, relativ träge Reaktion.

B. Zweite Versuchsreihe.
L_1—L_3: Bei L_3 sehr träge Reaktion.

C. Dritte Versuchsreihe.
L_1—L_3: Bei L_3 starke initiale Erweiterung, praktisch Lichtstarre.

D. Vierte Versuchsreihe.
L_1—L_2: Schon bei L_2 initiale Erweiterung und praktisch Lichtstarre.

E. $L_1 + S$: Initiale Erweiterung, minimale und sehr träge Verengerung.

F. $L_2 + K$.

G. L_2 nach K.

skop nachweisen läßt. Befund am Nervensystem im übrigen ohne Besonderheiten. Die kinematographische Darstellung der Lichtreflexe ergab, daß diese sich als sehr ermüdbar erwiesen; und zwar waren

Digitized by Google

sie in einer Form ermüdbar, die der normalen Ermüdbarkeit entsprach, jedoch mit der Maßgabe, daß die Ermüdungsreaktion vorzeitig auftrat. An die Stelle der ausgiebigen und prompten Reaktion trat die unausgiebige und träge Reaktion, an Stelle der trägen und unausgiebigen Reaktion trat entweder Lichtstarre oder paradoxe Erweiterung auf Lichteinfall. Durch gleichzeitig gesetzte psychische Reize waren sowohl Lichtstarre als auch paradoxe Lichtreaktion leicht herzustellen (cf. Abb. 100, vgl. auch Abb. 18).

2. Periodisch einseitig auftretende eigentümliche Formveränderung der Pupillen.

Der vorliegende Fall betrifft die 32jährige Gattin eines Arztes, der die in Frage kommende Störung bei seiner Frau seit längerer Zeit selbst eingehend beobachtet und uns folgenden Bericht über diese

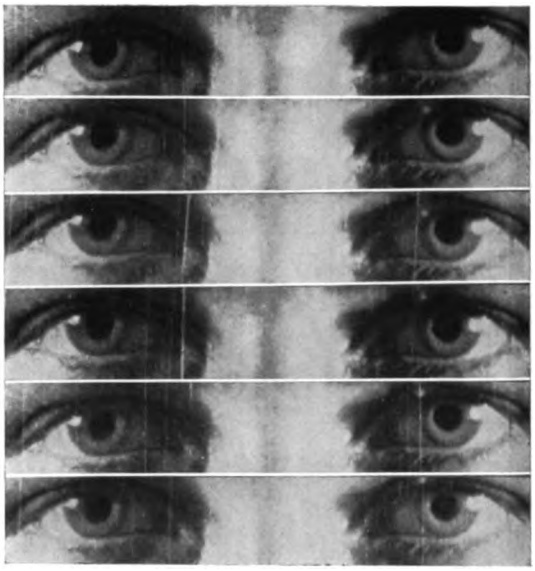


Abb. 101. **Einseitige Formveränderungen der Pupille bei 32jähriger Frau.**

gegeben hat: Es handelt sich um eine völlig gesunde Frau, in deren Familie Geistes- oder Nervenkrankheiten nicht vorgekommen sind. Keinerlei Anhaltspunkte für Hysterie. Die Veränderungen an der stets allein betroffenen rechten Pupille verlaufen folgendermaßen: die normal gestaltete Pupille verändert nach Art einer Amöbe ihre Gestalt, sie nimmt manchmal die Gestalt eines quer, ein anderes Mal

Digitized by Google

die eines vertikal gestellten Schlitzes, etwa wie bei einer belichteten Katzenpupille, an, um schon nach 5 bis 10 Sekunden in ihre ursprüngliche Gestalt zurückzukehren. Diese Anfälle wiederholen sich tageweise ungezählte Male, tageweise bleibt es bei einem einzigen Anfall. Auch an der veränderten Pupille kann ohne Schwierigkeit die Licht- und Konvergenzreaktion ausgelöst werden, wobei die Reaktionen keinen Einfluß auf die veränderte Gestalt haben. Als der Ehemann den ersten Anfall beobachtete, hatte die Gattin nichts davon bemerkt, später aber konnte sie sowohl den Anfang als auch das Ende der Veränderung angeben; sie fühlte, daß das Auge „arbeitete", und daß eine Sehstörung eintrat, die sich bei feinen Handarbeiten bemerkbar machte. Bemerkenswerterweise traten diese Anfälle fast ausnahmslos in der Zeit der Menses auf und gingen meist mit Temperatursteigerungen (bis 39°) einher, ohne daß für diese irgendeine Ursache aufzufinden gewesen wäre.

Diese Beobachtung zeigt, daß Formveränderungen der Pupille analog denen, wie sie *Westphal* bei schizophrenen Krankheitsprozessen beschrieben hat, auch bei Gesunden vorkommen, allerdings hier bei gut erhaltener Lichtreaktion, während die Formveränderungen der Pupillen bei Schizophrenen wohl fast ausnahmslos mit Störungen der Lichtreaktion einhergehen. Sehr bemerkenswert ist der Umstand des zeitlich an die Menses gebundenen Auftretens der Formveränderungen der Pupillen, der wohl einen deutlichen Hinweis auf die endokrine Grundlage der Störung darstellt und in Verbindung mit den begleitenden Temperatursteigerungen von besonderem Interesse vielleicht für die Frage nach der Lokalisation des Phänomens sein kann.

Abb. 101 gibt die kinematographisch aufgenommenen Formveränderungen wieder.

Digitized by Google

C. Ergebnisse.

a) Zur Physiologie und Psychologie der Pupillenbewegungen.

I. Latenzzeit:

1. Die Latenzzeit des Lichtreflexes der Pupille beträgt im Mittel 0,06 Sek.

2. Die Latenzzeit weist hochgradige individuelle Verschiedenheiten auf, die von Momenten der psychischen und psychophysischen Konstitution einerseits, von dem Grade der jeweils bestehenden Ermüdung andererseits abhängen.

3. Die individuellen Verschiedenheiten der Latenzzeit sind unabhängig von der absoluten Weite der Pupille, von der Kontraktionsgeschwindigkeit, von der Ausgiebigkeit wie auch von der Form der Kontraktion.

II. Form der Lichtreaktion:

1. Jede Persönlichkeit hat eine ihr zukommende Form des Gesamtverlaufes des Lichtreflexes der Pupille. Unter diesen Formen lassen sich vier verschiedene Typen abgrenzen, die sich als konstitutionsbedingt erweisen lassen. Diese Typen werden durch exogene Momente, insbesondere auch durch die Erscheinungen der Ermüdung, nicht verwischt.

2. Die bei ein und derselben Persönlichkeit vorkommenden Verschiedenheiten in der Form des Lichtreflexes verdanken psychischen Momenten ihre Entstehung.

III. Ermüdung:

In größerer Zahl gesetzte, schnell aufeinander folgende Lichtreize bewirken Ermüdung bzw. Erschöpfung des Lichtreflexes. Der Vorgang der Ermüdung bzw. Erschöpfung läßt 3 Stadien erkennen:

1. Das erste Stadium ist gekennzeichnet durch eine Verlängerung der Latenzzeiten.

Digitized by Google

2. Das zweite Stadium, das häufig fehlt, ist dadurch gekennzeichnet, daß nach einer kurzen Kontraktion eine kurze Wiedererweiterung auftritt, der erst dann die endgültige Kontraktion folgt.

3. Das dritte Stadium ist dadurch gekennzeichnet, daß sich die Pupille als Reaktion auf den Lichtreiz zunächst mehr oder weniger stark erweitert und erst dann verengert.

4. Im Stadium der höchsten Erschöpfung erfolgen Kontraktion und Wiedererweiterung träge. Die Trägheit der Wiedererweiterung geht zeitlich der Trägheit der Kontraktion voraus. An der sich wiedererweiternden Pupille treten die Erscheinungen der Pupillenunruhe im Stadium der Erschöpfung früher und deutlicher hervor als vorher.

5. Die durch Lichtreize extrem erschöpfte Pupille kann durch psychische Reize maximal erweitert werden; die so erweiterte Pupille erweist sich für weitere Lichtreize als erholt. Schmerzreize sind zur Herbeiführung dieser „Erholung" wirksamer als Schreckreize.

IV. Konsensuelle Reaktionen:

1. Die konsensuelle Reaktion bleibt im allgemeinen in geringem zeitlichen Abstand hinter der direkten Reaktion zurück; zeitliche Übereinstimmung ist selten, noch seltener ein Vorauseilen der konsensuellen Reaktion vor der direkten.

2. Die konsensuelle Reaktion verläuft im allgemeinen etwas langsamer als die direkte, dabei ist sie meist unausgiebiger; im Extrem bleibt die konsensuelle Reaktion um zwei Drittel ihres Kontraktionswertes hinter der primären Reaktion zurück. Eine Umkehrung dieses Verhältnisses, in dem die konsensuelle Reaktion schneller verläuft und ausgiebiger ist, ist selten, kommt aber vor.

3. Die Kraft der konsensuellen Reaktion ist wesentlich geringer als die der primären. Psychische Faktoren wirken sich daher im Bereiche der konsensuellen Reaktion stärker aus als im Bereiche der direkten Reaktion. Dasselbe gilt für Ermüdungserscheinungen, die an der konsensuellen Reaktion früher auftreten als an der direkten.

V. Form der kontrahierenden Pupille:

Kontraktion und Wiedererweiterung der Pupille vollziehen sich nahezu, aber nicht vollständig konzentrisch. Die gleiche Pupille kann innerhalb ein und derselben Kontraktionsphase kreisrund, queroval, längsoval und schrägoval verzogen sein. Dadurch, daß die Kontraktion in den beiden oberen Quadranten hinter derjenigen der unteren Quadranten zurückbleibt, entsteht die Tendenz zur Ausbildung der

Digitized by Google

Tropfenform. Alle diese Verschiebungen erreichen an der Pupille des Gesunden niemals größere Ausmaße; sie sind immer nur andeutungsweise vorhanden.

VI. Psychoreflexe:

1. Alle psychischen Reize erzeugen Erweiterungen der Pupille, die für beide Augen prinzipiell die gleiche Form haben.

2. Die Anschauung, daß die infolge von psychischen Reizen sich einstellende Pupillenerweiterung träge, „fast wurmförmig" verläuft, hat sich als unhaltbar erwiesen. Die Form der Erweiterung ist abhängig von der Natur des zugrunde liegenden psychischen Reizes beziehungsweise des durch ihn erzeugten Affektes. Schmerzreize bewirken eine andere Form der Erweiterung als Schreckreize, diese wiederum eine andere Form als Furcht- oder Angstzustände. Der Affekt des Erschreckens zum Beispiel bewirkt eine in zwei Phasen ansteigende, für beide Pupillen gleichsinnige und gleichzeitige Erweiterung.

3. Durch psychische Reize erweiterte Pupillen erweisen sich für den Lichtreflex als gehemmt, solange sich die Pupillen auf Grund noch wirksamer psychischer Momente im Stadium fortschreitender Erweiterung befinden; in jedem Falle zum Beispiel dann, wenn psychische Reize und Lichtreize gleichzeitig gesetzt werden. In diesem Falle ist die resultierende Form der Pupillenbewegung das Ergebnis einander widerstreitender Tendenzen, die sich aus der Erweiterung durch die psychische Einwirkung und die Verengerung durch die Lichteinwirkung ergibt. Welche Form der Pupillenbewegung resultiert, hängt ab von der Kraft der beteiligten Faktoren, und diese ist wiederum abhängig von der Intensität der auslösenden Reize einerseits, von konstitutionellen Faktoren andererseits. Unter den konstitutionellen Faktoren konnten wir diejenigen besonders herausstellen, die zu bestimmten Formen des unbeeinflußten Lichtreflexes führten. Diese Formen waren durch ihre Zugehörigkeit zu dem einen oder dem anderen der vier von uns herausgestellten Lichtreaktionstypen charakterisiert.

4. Psychische Zustände, die bereits eine maximale Erweiterung der Pupille erzeugt hatten, hemmen den Lichtreflex nicht, wofern nicht der auslösende psychische Reiz noch aktiv wirksam ist. Sie vermehren die Ausgiebigkeit und die Promptheit der Verengerung auf Lichteinfall und bewirken in der Form des Ablaufes nur geringe Veränderungen gegenüber dem vollständig unbeeinflußt sich abspielenden Lichtreflex.

Digitized by Google

VII. Wirkung von Schreck- und Schmerzreizen:

1. Die durch Schmerz erzeugten pupillomotorischen Wirkungen sind größer als die durch Schreck erzeugten.

2. Der Lichtreflex der Pupille wird durch solche Schmerz- oder Schreckreize, die gleichzeitig mit dem Lichtreiz gesetzt werden, mehr oder weniger stark gehemmt, im Extrem sogar aufgehoben. Am stärksten beeinträchtigt werden diejenigen Lichtreaktionstypen, die durch eine träge Verengerung ausgezeichnet sind.

3. Die konsensuelle Lichtreaktion wird durch psychische Reize im allgemeinen ebenso stark, oft aber stärker beeinträchtigt wie die direkte. Sie wird besonders stark in demjenigen Teil betroffen, der der Wiedererweiterung dient.

VIII. Wirkung von Furcht- und Angstaffekten:

1. Die durch Furcht- und Angstzustände hervorgerufene Erweiterung der Pupille hemmt die Lichtreaktion nicht, sondern fördert sie eher, wofern die Lichtreaktion in einem Augenblick ausgelöst wird, in dem die Erweiterung bereits ihr Maximum erreicht hatte, besonders wenn der Affektzustand subjektiv abgeklungen war.

2. Furcht- und Angstzustände rufen in einem Stadium, in dem sie noch aktive Pupillenerweiterung erzeugen, mehr oder weniger starke Hemmungen der Lichtreaktion hervor; das Maß dieser Hemmung hängt ab

a) von dem individuellen Grade psychophysischer Beeinflußbarkeit,
b) von der Intensität der erzeugten Affektzustände,
c) von der Form des zugrunde liegenden Lichtreaktionstypus.

IX. Muskelspannung und Pupillen.

Druckschmerz und *aktive Muskelspannung* hemmen den Lichtreflex nur solange, als das Stadium der aktiven Erweiterung andauert. Hat die Erweiterung erst ihr Maximum erreicht, so fördert sie Maß und Tempo der nachfolgenden Lichtreaktion, nicht aber vermag sie sie mehr zu hemmen.

X. Pupillenunruhe.

1. Jeder Mensch hat eine ihm eigentümliche individuelle Form der Pupillenunruhe, die in ihrem Typ im großen und ganzen auch unter wechselnden Bedingungen konstant bleibt. Ihre Form hängt ab von dem Lichtreaktionstyp ihres Trägers.

Digitized by Google

2. Die Pupillenunruhe der einen Seite ist hinsichtlich ihres Verlaufs relativ unabhängig von der anderen Seite. Neben mehr oder weniger weitgehender Parallelität finden wir auch Verlaufsformen, die von einander völlig unabhängig sind. Diese Unabhängigkeit der Pupillenunruhe des einen Auges von derjenigen des anderen Auges weist darauf hin, daß es sich bei der Pupillenunruhe im wesentlichen weder um den Ausdruck psychischer Vorgänge noch um den Ausdruck akkomodativer Vorgänge handelt.

3. Es handelt sich bei der Pupillenunruhe um periodische Tonusschwankungen, die nahezu ausschließlich von somatischen Faktoren bestimmt werden. Ihr Ausmaß, ihre Geschwindigkeit und ihre anderen Eigenschaften sind abhängig von einem Grundtonus der Irismuskulatur. Dieser Grundtonus ist es, der in gleicher Weise die Grundformen der Pupillenunruhe wie den Lichtreaktionstypus bestimmt, zu dem der einzelne gehört.

4. Lichtreaktionstyp und Typus der Pupillenunruhe werden nicht durch einander bestimmt; sie hängen beide in gleicher Weise von dem Grundtonus der Irismuskulatur ab.

5. Die Pupillenunruhe als periodische Tonusschwankung ist eine Teilerscheinung der überall an der Körpermuskulatur sich abspielenden Tonusschwankungen, die nur deshalb an der Pupille besonders deutlich hervortreten, weil die Iris als frei endender Saum hierfür ein besonders geeigneter Indikator ist.

6. Der Hippus ist relativ häufig beim Lichtreaktionstyp I, seltener beim Typus II, noch seltener beim Typus III und IV. Darüber hinaus aber ist die Eignung zur Produktion des Hippus eine individuelle Eigenschaft, deren Entstehungsbedingungen wir noch nicht kennen.

b) Zur Pathologie und Pathopsychologie der Pupillenbewegungen.

1. Auch beim gesunden Menschen vollzieht sich der unter gleichen äußeren Bedingungen ausgelöste Lichtreflex der Pupille durchaus nicht in identischer Form. Für die Verschiedenheiten des Ablaufs des Lichtreflexes der Pupille bei ein und demselben Individuum zu verschiedenen Zeiten können wir fünf Gradabstufungen unterscheiden; eine vollständige Übereinstimmung (I), eine nahezu vollständige Übereinstimmung (II), einen mittleren Grad der Abweichung (III), einen hohen Grad der Abweichung (IV) und einen extrem hohen Grad der Abweichung (V). Wenn solche Verschiedenheiten im Ablauf auftreten, trotzdem die *äußeren* Bedingungen für den Ablauf

Digitized by Google

identisch waren, ist der Schluß zwingend, daß es *innere,* das heißt also psychische Bedingungen waren, die die Verschiedenheiten des Ablaufes erzeugten. Es gibt Persönlichkeiten, bei denen die Verschiedenheiten in den verschiedenen Reflexabläufen regelmäßig ein gewisses relativ geringes Maß nicht überschreiten, andere, bei denen die Verschiedenheiten starke Ausmaße annehmen.

2. Das Maß und die Art, in denen der Lichtreflex der Pupille durch psychische Momente beeinflußt wird, ist Ausdruck der psychophysischen Konstitution. Zwischen der psychophysischen Konstitution Schizophrener und der psychophysischen Konstitution der Gesunden besteht insofern ein wesentlicher Unterschied, als die bei ein und demselben Individuum vorhandene Veränderlichkeit des Lichtreflexes im allgemeinen beim Schizophrenen wesentlich größer ist als beim Gesunden.

3. Während beim gesunden Menschen relativ weitgehende Übereinstimmungen im unbeeinflußten Ablauf des Lichtreflexes die Regel sind und zahlenmäßig die geringen Verschiedenheiten stark überwiegen, das heißt die Differenzen der Stufen I, II und III am häufigsten sind, die Differenzen der Stufen IV und V aber nur seltener vorkommen, hat für die Schizophrenie das umgekehrte Verhältnis statt, insofern bei ihr gerade im unbeeinflußten Ablauf starke Differenzen — etwa der Stufe IV und der Stufe V — häufiger sind, während die geringen Differenzen der Stufen I und II relativ seltener vorkommen.

4. Die stärksten Differenzen, die bei ein und demselben Individuum im Ablauf des Lichtreflexes beobachtet wurden, traten beim Gesunden auf, wenn der Ablauf durch experimentell gesetzte psychische Reize beeinflußt wurde; beim Schizophrenen hingegen traten sie scheinbar spontan auf, in Wirklichkeit unter dem Einfluß von autochthon auftretenden Bewußtseinsabläufen oder von abnorm lange festgehaltenen Gefühlsbetonungen bereits abgelaufener Bewußtseinsvorgänge.

5. Während bei Gesunden die vier Lichtreaktionstypen in fast gleicher Häufigkeit vorkommen, beherrscht bei Schizophrenen der Typ IV zahlenmäßig nahezu ausschließlich das Feld. Typ I kommt nur in 3 Proz. der Fälle vor. Typ II und III sind etwas häufiger, Typ IV findet sich in mehr als 90 Proz. der Fälle. Die Verteilungskurve für das manisch-depressive Irresein nimmt offenbar einen völlig anderen Verlauf als diejenige für die Schizophrenie.

6. Die Herabminderung der Lichtreaktion der Pupille ist bei der Schizophrenie ein häufiges, freilich vielfach nach Art und Grad der Ausprägung äußerst passageres Symptom. Die Herabminderung be-

Digitized by Google

zieht sich sowohl auf die Ausgiebigkeit und das Tempo der Kontraktion, die herabgemindert erscheinen, als schließlich auch auf die Latenzzeit, die verlängert erscheinen kann.

7. Häufiger als beim Gesunden findet sich bei Schizophrenen eine Umkehr der normalen Gewöhnungsvorgänge, insofern kontinuierliche Lichtreize nicht zu einer Abflachung der Lichtreaktionen, sondern zu einer Vertiefung führen. Die Umkehr der normalen Ermüdung verdankt psychischen Momenten ihre Entstehung.

8. Der Spasmus mobilis, der im Gegensatz zu weit verbreiteten Annahmen ein bei der Schizophrenie nicht selten, sondern häufig vorkommendes Symptom ist, tritt sowohl an der mydriatischen als auch an der miotischen Pupille auf. Eine wirklich konstante Aufhebung des Lichtreflexes konnten wir an unserem Material nicht beobachten; in allen denjenigen Fällen, in denen die Aufhebung des Lichtreflexes bei der klinischen Untersuchung konstant erschien, ließ sich die Konstanz des Symptomes experimentell dadurch durchbrechen, daß man starke Affekte erzeugende psychische Reize oder von vorhandenen Affekten ablenkende Suggestionen auf den Kranken einwirken ließ.

9. Häufiger als die scheinbar konstante oder fast konstante Aufhebung des Lichtreflexes findet sich seine inkonstante Aufhebung mit oft außerordentlich schnellem Wechsel von Starre und erhaltener Lichtreaktion.

10. Neben solchen Fällen, die sich auf den ersten Lichtreiz als starr erweisen, um auf die folgenden Lichtreize zu reagieren, finden sich häufig solche Fälle, die auf den ersten Lichtreiz reagieren, um auf den zweiten oder dritten Lichtreiz hin sich als lichtstarr zu erweisen, ohne daß dieses Verhalten auch nur entfernt durch Ermüdungs- oder Erschöpfungsvorgänge erklärlich zu machen wäre.

11. Es läßt sich nachweisen, daß dieses wechselnde Verhalten in direkter Abhängigkeit steht von der wechselnden Gefühlsbetonung wechselnder Bewußtseinsinhalte.

12. Vom Standpunkte ihrer Genese sind diejenigen Fälle, in denen die Lichtstarre beim ersten Reiz auftritt, um bei einem der folgenden zu verschwinden, und diejenigen Fälle, die auf den ersten Lichtreiz reagieren, um erst bei einem der folgenden lichtstarr zu werden, identisch. Denn in allen Fällen ist es die wechselnde Gefühlsbetonung wechselnder Bewußtseinsinhalte, die für die Gestaltung der Form des Lichtreflexes maßgebend ist.

13. Grundlage dieses Verhaltens ist die erhöhte psychophysische Erregbarkeit, die diesen Zuständen eigentümlich ist, sei es, daß dieses Verhalten Ausdruck einer *konstitutionell* bedingten erhöhten

Digitized by Google

Ansprechbarkeit ist, sei es auch, daß es als Folge krankhafter Veränderungen angesehen werden muß.

14. Experimentell erzeugte Schreckreize, Schmerzreize, Furchtsuggestionen oder andere Reize beziehungsweise Suggestionen, die zur Entwicklung mehr oder weniger starker Affekte führen, können bei Schizophrenen Lichtstarre oder Herabminderungen des Lichtreflexes in wechselndem Grade hervorrufen. Die Ansprechbarkeit der Kranken für die verschiedenen Reize ist individuell verschieden, das heißt der eine reagiert eher und stärker auf Schreckzustände, der andere auf Schmerz- oder Furchtzustände. Doch ist im allgemeinen bei ein und demselben Schizophrenen die von Schmerzreizen ausgehende Hemmung des Lichtreflexes — genau wie beim Gesunden — stärker als die von Schreckreizen ausgehende. Eine Abhängigkeit der individuellen Beeinflußbarkeit vom Lichtreaktionstyp war schon deshalb nicht gegeben, weil fast alle Fälle dem Lichtreaktionstyp IV angehören.

15. Wo psychische Reize oder Suggestionen zum Zwecke der experimentellen Erzeugung der Lichtstarre oder der Herabminderung der Lichtreaktion bei Schizophrenen verwandt werden, da findet man, daß ein mittlerer Grad der Wirkung, der beim Gesunden am häufigsten vorkommt, relativ seltener ist; es findet sich bei Schizophrenen am häufigsten extreme Beeinflußbarkeit oder extreme Unbeeinflußbarkeit des Pupillenspiels. Vielleicht hat man in diesem Verhalten einen Parallelismus zu erblicken zu gewissen Besonderheiten des psychischen Verhaltens, insbesondere zu der Vermehrung der Suggestibilität, die im positiven oder im negativen Sinne, das heißt positiv als vermehrte Beeinflußbarkeit oder negativ als Negativismus, eine Eigentümlichkeit der Schizophrenie ist.

16. Ein Fehlen der Psychoreflexe haben wir in unseren Fällen nicht ein einziges Mal aufdecken können. Wir beobachten die Psychoreflexe bei der Schizophrenie sowohl als Reaktion auf die spontan im Bewußtsein auftretenden Bewußtseinsabläufe als auch als Reaktion auf von außen gesetzte psychische Reize und Suggestionen. Sie sind weder quantitativ herabgesetzt, noch haben sie ihr elektives Verhalten verloren, das heißt sie zeigen in sich das gleiche Maß von Differenziertheit, das wir an ihnen beim gesunden Menschen beobachten können.

17. Die Psychoreflexe der Schizophrenen stehen zu den Lichtreaktionstypen in gleicher Weise in Korrelationen wie die Psychoreflexe der Gesunden. Sie halten sich hinsichtlich ihrer Erscheinungsformen auch beim Schizophrenen innerhalb der Variationsbreite des

Digitized by Google

Normalen; aber sie stellen innerhalb dieser Variationsbreite eine extreme Variante dar, diejenige Variante nämlich, die wir beim Gesunden mit dem Lichtreaktionstyp IV verbunden finden.

18. Ein Fehlen der Pupillenunruhe konnten wir bei unserem Schizophrenenmaterial nicht ein einziges Mal feststellen; wohl aber fanden wir, daß Ausgiebigkeit und Geschwindigkeit der Pupillenunruhe größeren Schwankungen unterworfen sind als beim Gesunden. Wir finden nebeneinander oft innerhalb weniger Sekunden bei ein und demselben Kranken extrem langsame, extrem flache und extrem ausgiebige Schwankungen des Irissaumes.

19. Die Pupillenunruhe ist unabhängig von psychischen Momenten; sie ist ausschließlich bedingt durch autochthone Tonusschwankungen. Differentialdiagnostische Bedeutungen kommen dem Symptom der Pupillenunruhe nicht zu.

20. Wo wir bei der Schizophrenie den Lichtreaktionstypus IV nicht ausgeprägt finden, ist dieser Typ latent dennoch vorhanden. Er kann oft dadurch manifest gemacht werden, daß wir entweder die Lichtreize häufen oder gleichzeitig mit den Lichtreizen psychische Reize setzen. Dadurch unterscheiden sich die Schizophrenen von den Gesunden, bei denen zwar die Häufung von Lichtreizen und deren Kombination mit psychischen Reizen individuell verschiedene Abänderungen der Form des Lichtreflexes erzeugt, nicht aber den Typus durchbricht.

21. Die meisten Schizophrenien, die nicht zum Lichtreaktionstyp IV gehören, zeigten entweder atypische Verlaufsformen oder waren erst seit kurzer Zeit erkrankt.

22. Wenn auch Veränderungen des Lichtreflexes bei allen Formen der Schizophrenie vorkommen, so ist doch unverkennbar, daß die schwersten Veränderungen sich bei der Katatonie finden.

23. Unter den Lichtreaktionstypen, die wir beim manisch-depressiven Irresein finden, herrscht der Reaktionstyp I vor, die Typen II und III sind seltener, noch seltener ist der Typ IV.

24. Im Rahmen des von der Einzelpersönlichkeit repräsentierten Lichtreaktionstyps entspricht das Verhalten der Lichtreaktion der Pupillen beim manisch-depressiven Irresein im allgemeinen dem, was wir beim Gesunden antreffen.

25. Bei den metencephalitischen Erkrankungen fanden sich Pupillenstörungen, die prinzipiell denen der Schizophrenie sehr ähnlich waren; insbesondere also dauernde oder zeitweise Herabminderung des Lichtreflexes, Spasmus mobilis und neurotonische Reaktionen. Darüber hinaus fand sich eine Reaktionsform, die wir bei der

Digitized by Google

Schizophrenie nicht beobachten konnten, und die wir als tonohaptisch bezeichnet haben. Die tonohaptische Reaktion war gelegentlich durch Trägheit des Kontraktionsstadiums kompliziert.

In einem Fall von allgemeiner Athetose bei Dystrophia musculorum progressiva fanden wir ausgesprochen tonohaptische Reaktionen mit starker Beeinflußbarkeit des Lichtreflexes der Pupille durch willkürliche Anspannung der Muskulatur. Ausgesprochene tonohaptische Reaktionen fanden wir in zwei Fällen von Huntingtonscher Chorea sowie in einem Fall von Krampus-Neurose.

In einem Fall von Myoklonus-Epilepsie fanden wir hochgradige Vermehrung der Pupillenunruhe, in einem Falle von Myasthenia pseudoparalytica gravis vorschnelle Ermüdbarkeit des Lichtreflexes.

c) Schlußbetrachtungen.

Vergleicht man die Pupillenbefunde bei der Schizophrenie in ihrer Gesamtheit mit denjenigen, die wir bei den im Anhang besprochenen extrapyramidalen Erkrankungen aufdecken konnten, so finden wir bei aller Verschiedenheit auch weitgehende Übereinstimmungen. Die Übereinstimmungen beziehen sich darauf, daß bei beiden Gruppen von Erkrankungen das Pupillenspiel überhaupt sehr frühzeitig in Mitleidenschaft gezogen wird und daß diese Beteiligung — wenigstens zunächst — zu passageren und unregelmäßig zu beobachtenden ‚Erscheinungen führt, die aber am Lichtreflex der Pupille regelmäßig dann auftreten, wenn das Pupillenspiel durch somatische, insbesondere durch Ermüdungsvorgänge oder durch psychische Reize auf dem Wege über die dadurch an den Pupillen erzeugten Psychoreflexe belastet wird. Die Verschiedenheiten bestehen darin, daß Dauerveränderungen bei der Schizophrenie nur insofern beobachtet werden, als sich eine Reaktionsnorm herausbildet, die in nahen Beziehungen zu dem aufgedeckten normalen Lichtreaktionstyp IV steht, freilich in ihren Ausmaßen über das hinausgeht, was wir beim Gesunden antreffen. Bei den extrapyramidalen Erkrankungen finden wir eine Entwicklung, die über die bei der Schizophrenie anzutreffenden Reaktionen schließlich hinauswächst, und die in den tonohaptischen Reaktionen Formen annimmt, die über das hinausreichen, was wir im allgemeinen bei der Schizophrenie finden; sie führt schließlich zu Dauerreaktionsformen, die — im Gegensatz zur Schizophrenie — außerordentlich konstant sind und an deren Zustandekommen psychischen Momenten nur noch eine minimale oder gar keine Bedeutung mehr zukommt. Wenn wir diese

Digitized by Google

Übereinstimmungen und diese Unterschiede ins Auge fassen, so glauben wir die Übereinstimmungen auf Gleichheiten in der Lokalisation zurückführen zu sollen, die wir in beiden Fällen im striopallidären System suchen. Die Verschiedenheiten glauben wir darauf beziehen zu sollen, daß es sich bei den extrapyramidalen Erkrankungen mehr um Krankheits*prozesse* handelt, die schließlich zu weitgehenden Veränderungen führen; bei der Schizophrenie aber mehr um den Ausdruck physiologischer Minderwertigkeit im striopallidären System, die in konstitutionellen Eigentümlichkeiten ihre Grundlage hat, und die vielleicht nicht mehr bedeutet als die mit der Krankheitsentwicklung parallel gehende Zuspitzung konstitutioneller Eigentümlichkeiten. Daß es sich dabei in der Tat um konstitutionelle Eigentümlichkeiten handelt, ergibt sich uns aus zwei Gründen: einmal aus den zahlreichen Analogien, die das bei der Schizophrenie zu beobachtende Verhalten — wenn auch weniger ausgeprägt — im Bereiche des Normalen findet, sodann aus den Beziehungen, die zwischen diesem Verhalten und den symptomatologischen Eigentümlichkeiten des Lichtreaktionstyps IV bestehen.

Daß es sich beim Lichtreaktionstyp IV um ein echtes Merkmal der psychophysischen Konstitution handelt, ergibt sich aus Untersuchungen an Zwillingen, die *O. Löwenstein* angestellt hat[1]), und durch die festgestellt wurde, daß bei den Partnern ein und desselben Zwillingspaares im allgemeinen Übereinstimmung im Lichtreaktionstyp besteht, wofern es sich um eineiige Zwillinge handelt.

Ungeklärt bleibt freilich die Frage, ob die bei Schizophrenen anzutreffende Lichtreaktionsform auch wirklich ihrem Wesen nach und nicht nur symptomatologisch mit dem Lichtreaktionstyp IV, der aus der psychophysischen Konstitution erwächst, identisch ist. Wir hatten bisher keine Gelegenheit, prämorbide Persönlichkeiten in genügend frühem Stadium zu untersuchen, um daraus Schlußfolgerungen in dem einen oder anderen Sinne ziehen zu können. Gelegentlich fanden wir im Beginn der Erkrankung den Lichtreaktionstyp IV nicht vollständig ausgeprägt, um dann zu erleben, daß er unter dem Einfluß der psychischen Belastung experimentell hervorgebracht wurde, oder daß er sich im Laufe der Zeit mit zunehmendem Krankheitsbilde entwickelte. Andererseits konnten wir in einem Falle während eines Krankheitsschubes den Lichtreaktionstyp IV nach-

---

[1]) *O. Löwenstein*, Muskeltonus und Konstitution, Experimentelle Zwillingsuntersuchungen zur Kenntnis der psychophysischen Konstitution. Monatsschrift für Psychiatrie und Neurologie, Bd. 70, S. 45 ff.

Digitized by Google

weisen, während er zwei Jahre später während einer Remission nicht mehr vorhanden war. Diese Tatsachen und Überlegungen sprechen mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit dafür, daß es sich bei dem bei Schizophrenen zur Beobachtung kommenden Lichtreaktionstyp um eine Form handelt, die sich erst während der Krankheitsentwicklung herausbildet, sie schließen freilich nicht aus, daß die Anfälligkeit für schizophrene Prozesse sich besonders stark bei solchen Individuen häuft, die diesem Reaktionstyp angehören. Falls die letzte Vermutung zutrifft, hätten wir in dem nachgewiesenen Lichtreaktionstyp IV ein konstitutionelles Merkmal zu erblicken, das im allgemeinen der prämorbiden Persönlichkeit zukäme. Erbbiologisch hätten wir eine solche Verbindung wohl als eine nicht ganz lose Koppelung aufzufassen — als eine Vererbung nicht nur im gleichen Chromosom, sondern in Chromomeren, die innerhalb der Chromomerenkette einander regelmäßig nahe benachbart liegen. Inwieweit diese Vermutungen sich bestätigen, müssen weitere Untersuchungen lehren.

Daß das Vorkommen des Lichtreaktionstyps IV in differentialdiagnostischer Hinsicht — wenn es sich um die Differentialdiagnose zwischen Schizophrenie und manisch-depressivem Irresein handelt — mehr für Schizophrenie spricht als für manisch-depressives Irresein, steht außer Zweifel.

Digitized by Google

Digitized by Google

Heft 24: **Zur Klinik der nichtparalytischen Lues-Psychosen.** Von Dozent Dr. H. Fabritius in Helsingfors. Mk. 4.--

Heft 25: **Herzkrankheiten und Psychosen.** Eine klinische Studie. Von Dr. E. Leyser in Gießen. Mk. 4.—

Heft 26: **Die Kreuzung der Nervenbahnen und die bilaterale Symmetrie des tierischen Körpers.** Von Prof. Dr. L. Jacobsohn-Lask in Berlin. Mk. 5.40

Heft 27: **Kritische Studien zur Methodik der Aphasielehre.** Von Priv.-Doz. Dr. E. Nießl von Mayendorf in Leipzig. Mk. 6.—

Heft 28: **Wesen und Vorgang der Suggestion.** Von Dr. Erwin Straus in Berlin. Mk. 4.80

Heft 29: **Der hyperkinetische Symptomenkomplex und seine nosologische Stellung.** Von Dr. Kurt Pohlisch in Berlin. Mk. 6.—

Heft 30: **Der Krankheitsbegriff in der Körpermedizin und Psychiatrie.** Von Dr. R. Pophal in Stralsund. Mk. 5.70

Heft 31: **Über Genese und Behandlung der exsudativen Paroxysmen. (Quinckesche Krankheit, Migräne, Asthma usw.)** Von Dr. G. C. Bolten im Haag. Mk. 5.70

Heft 32: **Familienpsychosen im schizophrenen Erbkreis. (Psychosen bei den Eltern von Dementia praecox-Kranken.)** Von Priv.-Doz. Dr. H. Hoffmann in Tübingen. Mk. 7.20

Heft 33: **Gefühl u. Erkennen.** Von Dr. J. S. Szymanski in Wien. Mk. 12.—

Heft 34: **Der heutige Stand der Behandlung der progressiven Paralyse.** Von Prof. Dr. L. Benedek in Debreczen. Mk. 15.—

Heft 35: **Über die Agraphie und ihre lokaldiagnostischen Beziehungen.** Von Dr. Georg Herrmann u. Prof. Dr. Otto Pötzl in Prag. Mk. 24.—

Heft 36: **Zur Kenntnis der psychischen Residuärzustände nach Encephalitis epidemica bei Kindern und Jugendlichen,** insbesondere der weiteren Entwicklung dieser Fälle. Von Priv.-Doz. Dr. med. et phil. Rudolf Thiele in Berlin. Mk. 7.—

Heft 37: **Über die Verwahrlosung d. Jugendlichen.** Von Prof. Dr. Werner Runge in Chemnitz und Dr. Otto Rehm im St.-Jürgen-Asyl bei Bremen. Mk. 7.50

Heft 38: **Gesundheit und Krankheit in Nietzsches Leben und Werk.** Von Dr. med. et phil. Kurt Hildebrandt in Berlin-Wittenau. Mk. 8.40

Heft 39: **Das Wesen der affektfreien qualitativen Bedeutungsgefühle.** Eine Untersuchung über den Stand des Gefühlsproblems. Von Dr. med. et phil. Karl Julius Hartmann in Münster i. W. Mk. 7.20

Heft 40: **Über congenitale Wortblindheit** (angeborene Leseschwäche). Von Dr. med. Fritz Bachmann in München. Mk. 4.20

Heft 41: **Beiträge zur Kenntnis der mongoloiden Mißbildung (Mongolismus).** Auf Grund klinischer, statistischer und anatomischer Untersuchungen. Von Dr. W. M. van der Scheer, Provinciaal Ziekenhuis nabij Santpoort. Mit 44 Abbildungen. Mk. 12.—

Heft 42: **Nervensystem und spontane Blutungen.** Mit besonderer Berücksichtigung der hysterischen Ecchymosen u. der Systematik der hämorrhagischen Diathesen. Von Dr. Rudolf Schindler in München. Mit 5 Abbildungen. Mk. 4.20

Heft 43: **Beiträge zum Ticproblem.** Von Dr. J. Wilder u. Dr. J. Silbermann in Wien. Mk. 8.40

Heft 44: **Keimdrüse, Sexualität und Zentralnervensystem.** Von Dr. Otto Kauders in Wien. Mit 6 Abbildungen im Text. Mk. 10.80

Heft 45: **Die wissenschaftlichen Grundlagen der Psychoanalyse Freuds.** Darstellung und Kritik. Von Dr. phil. et med. M. Nachmansohn in Luzern. Mk. 7.—

Heft 46: **Die paroxysmale Lähmung.** Eine Studie über ihre Klinik und Pathogenese. Von Dr. Otakar Janota und Doz. Dr. Klement Weber in Prag. Mk. 11.—

Fortsetzung auf der nächsten Seite

Digitized by Google

Heft 47: **Die optische Allaesthesie.** Studien z. Psychopathologie d. Raumbild. Von Dr. Georg Herrmann u. Dr. Otto Pötzl in Prag. Mk. 28.—
Heft 48: **Die Psychosen der Schwachsinnigen.** Von Dozent Dr. Rudolf Neustadt in Düsseldorf-Grafenberg. Mk. 15.60
Heft 49: **Über Umbau und Abbau der Sprache bei Geistesstörung.** Von Priv.-Doz. Dr. F. G. Stockert in Halle a. d. S. Mk. 7.80
Heft 50: **Die Psychischen Reaktionsformen.** Von Dr. Harry Marcuse in Berlin. Mk. 22.—
Heft 51: **Psychiatrie und Weltanschauung.** Ein Beitrag zur Kultur der Gegenwart. Von Prof. Dr. W. Jacobi in Stadtroda. Mk. 7.20
Heft 52: **Innere Sekretion und psychische Prozesse.** Von Dr. W. N. Speranski in Stalin. Mk. 12.—
Heft 53: **Über den Aufbau der Funktionen in der Hörsphäre.** Von Dr. Walter Börnstein in Frankfurt a. M. Mk. 9.60
Heft 54: **Die zentrale Abstimmung der Sehsphäre.** Von Dr. Hans Hoff in Wien. Mk. 7.80
Heft 55: **Analyse der Suggestivphänomene u. Theorie der Suggestion.** Von Priv.-Doz. Dr. phil. et med. Alexand. Herzberg in Berlin. Mk. 7.—
Heft 56: **Die diagnostische Bedeutung des Rossolimoschen Reflexes bei Erkrankungen des Zentralnervensystems.** Eine klinisch-anatomische Studie. Von Dr. S. Goldflam in Warschau. Mk. 24.—
Heft 57: **Über Heilungsmechanismen in der Schizophrenie.** Von Priv.-Doz. Dr. Max Müller in Bern. Mk. 14.—
Heft 58: **Studien zur Psychologie und Symptomatologie der progressiven Paralyse.** Von Prof. Dr. Paul Schilder in Wien. Mk. 15.—
Heft 59: **Die Schädigungen des Nervensystems durch technische Elektrizität.** Mit Bemerkungen über d. Tod durch Elektrizität. Von Dr. Friedrich Panse in Berlin. Mk. 14.—
Heft 60: **Die organischen einschl. der exogenen Reaktionstypen.** Entwurf einer psychiatrischen Syndromenlehre auf klinisch-biologischer Grundlage. Von Prof. Dr. H. Krisch in Greifswald. Mk. 13.20
Heft 61: **I. Internationale Tagung für angewandte Psychopathologie und Psychologie.** Wien, 5.–7. Juni 1930. Mk. 17.60
Heft 62: **Das retikulo-endotheliale System d. Schizophrenen.** Experimentell-klinische Untersuchungen zum Schizophrenieproblem. Von Dr. Fr. Meyer in Neuhaldensleben. Mit 11 Abbildungen. Mk. 12.—
Heft 63: **Über Apraxie.** Eine klinische Studie. Von Otto Sittig in Prag. Mit 15 Abbildungen. Mk. 24.—
Heft 64: **Zur Klinik und Analyse der psychomotorischen Störung.** Von Dr. Otto Kauders in Wien. Mk. 12.60
Heft 65: **Ergebnisse der Reiztherapie bei progressiver Paralyse.** Herausgegeben von K. Bonhoeffer und P. Joßmann in Berlin. Mk. 14.80
Heft 66: **Fleckfieber und Nervensystem.** Von Dr. N. Hirschberg in Moskau. Mk. 11.60
Heft 67: **Über die Schädelperkussion.** Von Prof. Dr. L. Benedek in Debreczen. Mk. 6.—
Heft 68: **Biologische und „reine" Psychologie im Persönlichkeitsaufbau.** Prinzipielles und Paralleles. (Temperament und Charakter II. Teil.) Zugleich ein Beitrag zur somatologischen Unterlegung der Individualpsychologie. Von Prof. Dr. G. Ewald in Erlangen. Mk. 14.40
Heft 69: **Beiträge zur Kenntnis der Narkolepsie.** Von Prof. Dr. med. et phil. Rudolf Thiele unter Mitwirkung von Priv.-Doz. Dr. med. Hermann Bernhardt in Berlin. Mit 2 Abb. Mk. 18.—
Heft 70: **Experimentelle und klinische Studien zur Physiologie und Pathologie der Pupillenbewegungen mit besonderer Berücksichtigung der Schizophrenie.** Von Dr. O. Löwenstein und Dr. A. Westphal in Bonn. Mit 101 Abbildungen. Mk. 18.—

Die Abonnenten der „Monatsschrift für Psychiatrie und Neurologie" erhalten diese Abhandlungen von Heft 56 ab zu einem ermäßigten Preise.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

St.

NON-CIRCULATING

TRANSFERRED TO LANE LIBRARY
STANFORD UNIV.

LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR DRIVE
PALO ALTO, CALIF.

236075

Digitized by Google